

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年 9月12日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-266493

[ST.10/C]:

[JP2002-266493]

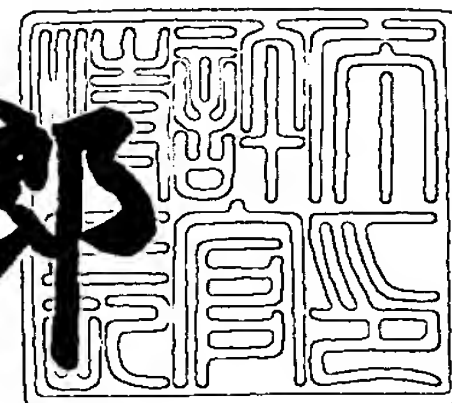
出 願 人  
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2003年 4月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3028289

【書類名】 特許願

【整理番号】 2913040481

【特記事項】 特許法第 3 0 条第 3 項の規定の適用を受けようとする特  
許出願

【提出日】 平成14年 9月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03G 15/00

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
                                会社内

    【氏名】 志水 忠文

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
                                会社内

    【氏名】 醒井 政博

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
                                会社内

    【氏名】 北川 生一

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
                                会社内

    【氏名】 松尾 和徳

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
                                会社内

    【氏名】 松崎 圭一

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式

会社内  
【氏名】 立松 英樹  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
会社内  
【氏名】 朝倉 建治  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005821  
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100097445  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100103355  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100109667  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 011305  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 定着装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コイルを覆うように設けられた複数の C 字型コアを、それぞれ加熱ローラの軸方向に対し斜め方向に角度をもたせて配列したことを特徴とする定着装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子写真装置、静電記録装置等の画像形成装置に用いられ、未定着画像を定着する定着装置に好適な像加熱装置、及びこれを用いた画像形成装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

以下、従来の画像形成装置等に用いられる定着装置について図を用いて説明する。

【 0 0 0 3 】

特開平 7 - 2 9 5 4 1 4 号公報には、従来の画像形成装置等に用いられる定着装置について記載されている。図 1 7 に、この公報に開示された定着装置の断面図を示し、図 1 8 に、この定着装置に用いられている加熱コイルの斜視図を示す。

【 0 0 0 4 】

図 1 7 に示すように、加熱ローラ 3 1 0 は、加圧ローラ 3 2 0 と接触しながら図の矢印の方向に回転駆動され、加圧ローラ 3 2 0 は加熱ローラ 3 1 0 の回転に伴って回転する。また、加圧ローラ 3 2 0 は、加熱ローラ 3 1 0 に押圧されて従動回転する。そして、未定着のトナー像を担持し、両ローラ 3 1 0、3 2 0 間に搬送されてきた記録紙 3 3 0 は、両ローラ 3 1 0、3 2 0 間で加熱加圧され、これにより記録紙 3 3 0 上の未定着のトナー像が定着される。

【 0 0 0 5 】

加熱コイル 3 4 0 は、絶縁支持体 3 5 0 の内部に埋設状態で配置されている。図 1 7、図 1 8 に示すように、加熱コイル 3 4 0 は、半円筒状の絶縁支持体 3 5 0 の湾曲面に沿って細幅の導電膜を延設し、全体として絶縁支持体 3 5 0 の全幅にわたって渦巻状に配設したものである。この加熱コイル 3 4 0 には、誘導加熱用電源から交流電流が印加される。そして、加熱コイル 3 4 0 に印加された交流電流によって交番磁束が生じて、加熱ローラ 3 1 0 が励磁され、加熱ローラ 3 1 0 中に加熱コイル 3 4 0 を流れる交流電流と逆向きの渦電流が発生する。この渦電流が加熱ローラ 3 1 0 中に発生すると、加熱ローラ 3 1 0 にジュール熱が発生し、加熱ローラ 3 1 0 が発熱する。

## 【 0 0 0 6 】

この特開平 7 - 2 9 5 4 1 4 号公報に記載された励磁手段の構成によれば、上記特開平 1 0 - 7 4 0 0 7 号公報の励磁手段の構成に較べて、導線の配設に当たっての設計上の自由度が制約されることが少なくなり、加熱ローラ 3 1 0 の周方向に周面に沿って幅広く導線を配設することが可能となる。

## 【 0 0 0 7 】

図 1 9 において、3 6 0 は発熱部材としての発熱ローラである。発熱ローラ 3 6 0 は、図示しない装置本体の駆動手段によって回転駆動される。発熱ローラ 3 6 0 は、鉄・ニッケル・クロムの合金である磁性材料によって構成され、そのキュリー点が 3 0 0 ℃ 以上となるように調整されている。また、発熱ローラ 3 6 0 は、厚さ 0. 3 mm のパイプ状に形成されている。

## 【 0 0 0 8 】

3 7 0 は励磁手段としての励磁コイルである。この励磁コイル 3 7 0 は、表面が絶縁された外径 0. 2 mm の銅製の線材を 6 0 本束ねた線束を、発熱ローラ 3 6 0 の回転軸方向に延伸し、かつ、発熱ローラ 3 6 0 の周方向に沿って周回して形成されている。

## 【 0 0 0 9 】

励磁コイル 3 7 0 は、発熱ローラ 3 6 0 に巻き付いた定着ベルト 2 3 0 を覆うような断面形状となっている。励磁コイル 3 7 0 は全体として鞍のような形状に形成されている。このため、発熱ローラ 3 6 0 の回転軸方向のより広い範囲を均

一に加熱することができる。

【 0 0 1 0 】

励磁コイル 3 7 0 には半共振形インバータである励磁回路（図示せず）から 3 0 k H z の交流電流が印加される。励磁コイル 3 7 0 に交流電流が印加されると、電磁誘導によって発熱ローラ 3 6 0 を発熱させ、発熱ローラ 3 6 0 の表面が所定の定着温度である 1 7 0 ℃となるように制御される。

【 0 0 1 1 】

3 8 0 は背面コアである。背面コア 3 8 0 を設けることにより、励磁コイル 3 7 0 のインダクタンスが大きくなり、励磁コイル 3 7 0 と発熱ローラ 3 6 0 との電磁結合が良好となる。このため、同じコイル電流でも多くの電力を発熱ローラ 3 6 0 へ投入することが可能となり、ウォームアップ時間の短い定着装置を実現することができる。

【 0 0 1 2 】

背面コア 3 8 0 は、C 形コア 3 9 0 と中心コア 4 0 0 とにより構成されている。C 形コア 3 9 0 は、幅が 1 0 m m であり、発熱ローラ 3 6 0 の回転軸方向に 2 5 m m の間隔を開けて 6 個配置されている。これにより、外部に漏れる磁束を捕捉することができるようにされている。また、中心コア 4 0 0 は、励磁コイル 3 7 0 の周回の中央に位置し、C 形コア 3 9 0 に対して凸形状となっている。

【 0 0 1 3 】

また、背面コア 3 8 0 を用いると、励磁コイル 3 7 0 の背面側の磁束がすべて背面コア 3 8 0 の内部を通過するため、磁束が後方へ漏れることを防止することができる。その結果、周辺の導電性部材の電磁誘導による発熱を防止することができる。と共、不要な電磁波の放射を防止することができる。

【 0 0 1 4 】

4 1 0 は P E E K 材や P P S などの耐熱温度の高い樹脂からなる厚さ 1 m m の断熱部材である。断熱部材 4 1 0 の端部には、励磁コイル 3 7 0 の発熱ローラ 3 6 0 の回転軸方向における両端部の盛り上がった部分を保持する両端保持部 4 2 0 が設けられている。これにより、励磁コイル 3 7 0 の両端の盛り上がりが崩れることを防止することができる。と共、励磁コイル 3 7 0 の外側の位置が規制さ

れる。

【 0 0 1 5 】

【特許文献 1】

特開平 1 1 - 3 1 6 5 0 9 号公報

【 0 0 1 6 】

【発明が解決しようとする課題】

上記した通り、加熱ローラは磁性体なので、励磁コイルに通電することにより発生した磁束の磁路を形成するが、背面コアがないと磁束が外に漏れ出すので、背面コアを設けて磁路を形成し、外部への磁束の漏れを防止する。

【 0 0 1 7 】

しかしながら、従来のように C 形コアを加熱ローラの円周方向に複数設ける構成とする場合、C 形コアの部分の磁束密度が大きいのに対し、C 形コアのない部分の磁束密度は小さくなるので、C 形コアのない部分の加熱ローラ温度に対し C 形コアがある部分の C 形コア温度が過剰に上昇してその部分に過剰定着（ホットオフセット）が発生する。

【 0 0 1 8 】

それに対し、C 形コアのない部分の加熱ローラ温度は比較的低温になるので定着性が不足する。このため、C 形コアのある部分と C 形コアのない部分とで定着性にムラが生じ、光沢ムラなどの不具合が生じる。

【 0 0 1 9 】

【課題を解決するための手段】

本願発明は、上記課題を解決するため、C 形コアの並びを加熱ローラの軸方向に対し角度を設けることにより、加熱ローラの軸と垂直な断面の面積がどの部分も概ね同じになるようにした。このように構成することにより、加熱ローラの軸方向における温度の高低差が少なくなり、定着ムラの発生を抑えることができる。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を用いて具体的に説明する。



## 【 0 0 2 1 】

(実施の形態 1)

(画像形成装置)

まず、本発明に係る画像形成装置の概略を説明する。図 1 は本発明の一実施の形態である画像形成装置の構成を示す説明図である。本実施の形態で説明しようとする画像形成装置は、電子写真方式を採用する装置の中で特にカラー画像の発色に寄与する 4 色の基本色トナー毎に現像装置を備え、転写体に 4 色画像を重ね合わせ、記録材に一括転写するタンデム方式である。しかしながら、本発明はタンデム方式の画像形成装置のみに限定されず、また現像装置の数、中間転写体の有無等に拘らず、あらゆる方式の画像形成装置に採用可能であることはいうまでもない。

## 【 0 0 2 2 】

図 1 において、感光体ドラム 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d の周囲には、各感光体ドラム 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d の表面を一様に所定の電位に帯電させる帯電手段 2 0 a, 2 0 b, 2 0 c, 2 0 d、帯電された感光体ドラム 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d 上に特定色の画像データに対応したレーザビームの走査線 3 0 K, 3 0 C, 3 0 M, 3 0 Y を照射して静電潜像を形成する露光手段 3、感光体ドラム 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d 上に形成された静電潜像を顕像化する現像手段 4 0 a, 4 0 b, 4 0 c, 4 0 d、感光体ドラム 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d 上に顕像化されたトナー像を無端状の中間転写ベルト（中間転写体）7 0 に転写する転写手段 5 0 a, 5 0 b, 5 0 c, 5 0 d、感光体ドラム 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d から中間転写ベルト 7 0 にトナー像を転写した後に感光体ドラム 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d に残っている残留トナーを除去するクリーニング手段 6 0 a, 6 0 b, 6 0 c, 6 0 d がそれぞれ配置されている。

## 【 0 0 2 3 】

ここで、露光手段 3 0 は、感光体ドラム 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d に対して所定の傾きをもって配置されている。また、中間転写ベルト 7 0 は、図示する場合においては、矢印 A 方向へ回動する。なお、画像形成ステーション P a,



P b, P c, P d では、それぞれブラック画像、シアン画像、マゼンタ画像、イエロー画像が形成される。そして、感光体ドラム 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d に形成された各色の単色画像が中間転写ベルト 7 0 上に順次重ね転写されてフルカラー画像が形成される。

#### 【 0 0 2 4 】

装置の下部には、印字用紙などのシート材 9 0 が収納された給紙カセット 1 0 0 が設けられている。そして、シート材 9 0 は、給紙ローラ 8 0 により給紙カセット 1 0 0 から 1 枚ずつ用紙搬送路に送り出される。

#### 【 0 0 2 5 】

用紙搬送路上には、中間転写ベルト 7 0 の外周面と所定量にわたって接触し、この中間転写ベルト 7 0 上に形成されたカラー画像をシート材 9 0 に転写するシート材転写ローラ 1 1 0、シート材 9 0 上に転写されたカラー画像をローラの狭持回転に伴う圧力と熱とによってシート材 9 0 に定着する定着器 1 2 0 が配置されている。

#### 【 0 0 2 6 】

このような構成の画像形成装置において、まず画像形成ステーション P a の帯電手段 2 0 a および露光手段 3 0 により感光体ドラム 1 0 a 上に画像情報のブラック成分色の潜像が形成される。この潜像は現像手段 4 0 a でブラクトナーを有する現像手段 4 0 a によりブラクトナー像として可視像化され、転写手段 5 0 a により中間転写ベルト 7 0 上にブラクトナー像として転写される。

#### 【 0 0 2 7 】

一方、ブラクトナー像が中間転写ベルト 7 0 に転写されている間に、画像形成ステーション P b ではシアン成分色の潜像が形成され、続いて現像手段 4 0 b でシアントナーによるシアントナー像が顕像化される。そして、先の画像ステーション P a でブラクトナー像の転写が終了した中間転写ベルト 7 にシアントナー像が画像ステーション P b の転写手段 5 0 b にて転写され、ブラクトナー像と重ね合わされる。

#### 【 0 0 2 8 】

以下、マゼンタトナー像、イエロートナー像についても同様な方法で画像形成

が行われ、中間転写ベルト 7 0 に 4 色のトナー像の重ね合わせが終了すると、給紙ローラ 8 0 により給紙カセット 1 0 0 から給紙されたシート材 9 0 上にシート材転写ローラ 1 1 0 によって 4 色のトナー像が一括転写される。そして、転写されたトナー像は定着器 1 2 0 でシート材 9 0 に加熱定着され、このシート材 9 0 上にフルカラー画像が形成される。

## 【 0 0 2 9 】

## (定着装置)

図 2 は本発明の第 1 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置を示す断面図、図 3 はこの定着装置の発熱部を示す一部破断した平面図である。

## 【 0 0 3 0 】

図 2、図 3 において、1 3 0 は発熱部材としての発熱ローラであり、1 4 0 は亜鉛メッキ鋼板からなる支持側板、1 5 0 は支持側板 1 4 0 に固定され、発熱ローラ 1 3 0 を両端で回転可能に支持するベアリングである。発熱ローラ 1 3 0 は、図示しない装置本体の駆動手段によって回転駆動される。発熱ローラ 1 3 0 は、鉄・ニッケル・クロムの合金である磁性材料によって構成され、そのキュリー点が 3 0 0 ℃ 以上となるように調整されている。また、発熱ローラ 1 3 0 は、厚さ 0. 3 mm のパイプ状に形成されている。

## 【 0 0 3 1 】

発熱ローラ 1 3 0 の表面には、離型性を付与するために、厚さ 2 0  $\mu$  m のフッ素樹脂からなる離型層（図示せず）が被覆されている。尚、離型層としては、P T F E、P F A、F E P、シリコーンゴム、フッ素ゴム等の離型性の良好な樹脂やゴムを単独であるいは混合して用いてもよい。発熱ローラ 1 3 0 をモノクロ画像の定着用として用いる場合には離型性のみを確保すればよいが、発熱ローラ 1 3 0 をカラー画像の定着用として用いる場合には弾性を付与することが望ましく、その場合にはさらに厚いゴム層を形成する必要がある。

## 【 0 0 3 2 】

1 6 0 は加圧手段としての加圧ローラである。この加圧ローラ 1 6 0 は、硬度 J I S A 6 5 度のシリコーンゴムによって構成され、2 0 k g f の押圧力で発熱ローラ 1 3 0 に圧接してニップ部を形成している。そして、この状態で、加圧ロ

ーラ 1 6 0 は、発熱ローラ 1 3 0 の回転に伴って回転する。尚、加圧ローラ 1 6 0 の材料としては、他のフッ素ゴム、フッ素樹脂等の耐熱性樹脂やゴムを用いてもよい。また、耐摩耗性や離型性を高めるために、加圧ローラ 1 6 0 の表面には、P F A、P T F E、F E P 等の樹脂あるいはゴムを単独であるいは混合して被覆することが望ましい。また、熱の放散を防ぐために、加圧ローラ 1 6 0 は、熱伝導性の小さい材料によって構成されることが望ましい。

【 0 0 3 3 】

1 7 0 は励磁手段としての励磁コイルである。この励磁コイル 1 7 0 は、表面が絶縁された外径 0 . 2 m m の銅製の線材を 6 0 本束ねた線束を、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に延伸し、かつ、発熱ローラ 1 3 0 の周方向に沿って周回して形成されている。尚、線束の断面積は線材の絶縁被覆を含めて約  $7 \text{ mm}^2$  である。

【 0 0 3 4 】

励磁コイル 1 7 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸に垂直な断面は、発熱ローラ 1 3 0 の上半分を覆うように、線束を発熱ローラ 1 3 0 の周方向に沿って互いに密着させて配置し、それを二重に重ねた形状となっている。この場合、発熱ローラ 1 3 0 の一端部から他端部に向かう線束のうち隣接する線束が密着し、発熱ローラ 1 3 0 の他端部から一端部に向かう線束のうち隣接する線束が密着するように構成されている。

【 0 0 3 5 】

尚、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に延伸して周回される線束の周回順序は、周回を中心に近い方から順次である必要はなく、途中で順序が入れ替わってもよい。

【 0 0 3 6 】

励磁コイル 1 7 0 は、その巻数が全体で 1 8 巻となっており、線束が表面の接着剤によって互いに接着されることにより、図 2、図 3 に示す形状が保たれている。尚、励磁コイル 1 7 0 は、発熱ローラ 1 3 0 の外周面と約 2 m m の間隔を開けて対向している。励磁コイル 1 7 0 が発熱ローラ 1 3 0 の外周面と対向する範囲は、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸を中心として角度が約 1 8 0 度の広い範囲であ

る。

【 0 0 3 7 】

励磁コイル 1 7 0 には半共振形インバータである励磁回路 1 8 0 から 3 0 k H z の交流電流が印加される。励磁コイル 1 7 0 に印加される交流電流は、発熱ローラ 1 3 0 の表面に設けられた温度センサ 1 9 0 によって得られる温度信号により、発熱ローラ 1 3 0 の表面が所定の定着温度である 1 7 0 ℃ となるように制御される。以下、励磁コイル 1 7 0 に印加された交流電流を『コイル電流』ともいう。

【 0 0 3 8 】

本実施の形態においては、A 4 サイズ (幅 2 1 0 m m) の記録紙が最大幅の記録紙として用いられており、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向の長さは 2 7 0 m m、励磁コイル 1 7 0 の外周部における発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さは 2 3 0 m m、励磁コイル 1 7 0 の内周部における発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さは 2 0 0 m m に設定されている。

【 0 0 3 9 】

以上のように構成された定着装置に、表面にトナー 2 2 0 を担持した被記録材としての記録紙 2 0 0 が、図 2 の矢印の方向から挿入され、これにより記録紙 2 0 0 上のトナー 2 2 0 が定着される。

【 0 0 4 0 】

本実施の形態においては、励磁コイル 1 7 0 が電磁誘導によって発熱ローラ 1 3 0 を発熱させる。以下、その機構について、図 4 を参照しながら説明する。

【 0 0 4 1 】

励磁回路 1 8 0 (図 3 参照) からの交流電流によって励磁コイル 1 7 0 が発生させる磁束は、発熱ローラ 1 3 0 の磁性のために、図 4 中の破線 M で示すように、発熱ローラ 1 3 0 内を円周方向に貫通し、生成消滅を繰り返す。この磁束の変化によって発熱ローラ 1 3 0 に発生する誘導電流は、表皮効果によってほとんど発熱ローラ 1 3 0 の表面にのみ流れ、ジュール熱を発生させる。

【 0 0 4 2 】

本実施の形態においては、励磁コイル 1 7 0 が、発熱ローラ 1 3 0 の一端部か

ら他端部に向かう線束のうち隣接する線束が密着し、発熱ローラ130の他端部から一端部に向かう線束のうち隣接する線束が密着するように構成されているので、磁束が線束の間を通過することはない。また、励磁コイル170の中央部分には線束が無く、磁束が通過するように隙間が設けられているので、図4中の破線Mで示すように、磁束は励磁コイル170の周囲を旋回する大きなループを形成する。さらに、励磁コイル170は、発熱ローラ130の円周方向に発熱ローラ130の回転軸を中心として角度が約180度の広い範囲にわたって発熱ローラ130と対向して設けられているので、発熱ローラ130の広い範囲を磁束が円周方向に貫通することとなる。これにより、発熱ローラ130は広い範囲で発熱するので、コイル電流が小さく、発生する磁束が少なくても、発熱ローラ130に所定の電力を投入することが可能となる。

## 【0043】

上記したように、発熱ローラ130を貫通せずに線束の間を通過する磁束がないので、励磁コイル170に与えられた電磁エネルギーが漏れなく発熱ローラ130へ伝達される。このため、コイル電流が小さくても、発熱ローラ130に所定の電力を効率良く投入することができる。さらに、線束を密着させることにより、励磁コイル170を小型化することもできる。

## 【0044】

また、励磁コイル170の線束が発熱ローラ130の近傍に位置しているので、コイル電流が発生させる磁束が発熱ローラ130へ効率良く伝達される。そして、この磁束によって発熱ローラ130に生じる渦電流は、コイル電流による磁界の変化を打ち消すように流れる。この場合、コイル電流と発熱ローラ130に生じる渦電流とが近接しているので、打ち消し合う効果が大きく、全体の電流が周辺空間に生じさせる磁界が抑制される。

## 【0045】

また、励磁コイル170の外周からの放熱を妨げるものが無いので、蓄熱による温度上昇によって線材の絶縁被覆が溶解したり、励磁コイル170の抵抗値が上昇したりすることを防止することができる。

## 【0046】



図 5 に、励磁コイルを発熱ローラに対向させた状態における、励磁コイルと発熱ローラの等価回路を示す。図 5 において、 $r$  は励磁コイル 1 7 0 自身の抵抗、 $R$  は励磁コイル 1 7 0 が発熱ローラ 1 3 0 と対向して電磁結合することによる抵抗、 $L$  は回路全体のインピーダンスである。 $r$  は、励磁コイル 1 7 0 を発熱ローラ 1 3 0 から外し、励磁コイル 1 7 0 単体の電気抵抗を、所定の角周波数  $\omega$  で LCR メータによって測定することにより得られる。 $R$  は、励磁コイル 1 7 0 を発熱ローラ 1 3 0 に対向させた状態での電気抵抗から  $r$  を除いた値として得られる。 $L$  は、励磁コイル 1 7 0 単体のインダクタンスと大差はない。この回路に電流  $I$  が流れると、電流  $I$  の 2 乗と抵抗値との積が実効電力として消費され、熱が発生する。 $r$  で消費される電力によって励磁コイル 1 7 0 が発熱し、 $R$  で消費される電力によって発熱ローラ 1 3 0 が発熱する。この関係は、発熱ローラ 1 3 0 への投入電力を  $W$  としたとき、下記 (数 1) によって表記される。

【 0 0 4 7 】

$$W = (R + r) \times I^2 \quad \dots (数 1)$$

また、励磁コイル 1 7 0 に印加される電圧を  $V$  とすると、下記 (数 2) の関係が成立する。

【 0 0 4 8 】

$$I = V / \{ (R + r)^2 + (\omega L)^2 \} \quad \dots (数 2)$$

上記 (数 2) から分かるように、 $L$  及び  $R$  が過大な場合、一定の電圧  $V$  の下では十分な電流  $I$  が得られない。従って、上記 (数 1) から分かるように、投入電力  $W$  が不足し、十分な発熱量が得られない。逆に、 $R$  が過小な場合には、電流  $I$  が流れても実効電力が消費されず、十分な発熱量が得られない。また、 $L$  が過小な場合には、半共振インバータである励磁回路 1 8 0 が十分に動作しない。励磁回路 1 8 0 から励磁コイル 1 7 0 に印加される交流電流の周波数が 2 5 k H z から 5 0 k H z の範囲にある場合には、 $R$  が 0 . 5  $\Omega$  以上 5  $\Omega$  以下、 $L$  が 1 0  $\mu$  H 以上 5 0  $\mu$  H 以下であればよい。この場合には、励磁回路 1 8 0 を、耐電流、耐電圧がそれほど高くない回路素子によって構成して、十分な投入電力と発熱量とを得ることができる。また、 $R$  と  $L$  の値がこの範囲内にあれば、励磁コイル 1 7 0 の巻数、励磁コイル 1 7 0 と発熱ローラ 1 3 0 との間隔等の、励磁コイル 1 7 0

の仕様を変えても同様の効果が得られる。

【 0 0 4 9 】

尚、本実施の形態においては、上記したように、外径 0. 2 mm の線材を 6 0 本束ねて励磁コイル 1 7 0 の線束が構成されている。線束の構成は、必ずしもこの構成に限定されるものではないが、外径が 0. 1 mm 以上 0. 3 mm 以下の線材を 5 0 本から 2 0 0 本束ねて構成されるのが望ましい。線材の外径が 0. 1 mm 未満では、機械的な負荷によって断線するおそれがある。一方、線材の外径が 0. 3 mm を超えると、高周波の交流電流に対する電気抵抗（図 5 中の  $r$ ）が大きくなり、励磁コイル 1 7 0 の発熱が過大となる。また、線束を構成する線材の本数が 5 0 本以下では断面積が小さいために電気抵抗が大きくなり、励磁コイル 1 7 0 の発熱が過大となる。一方、線束を構成する線材の本数が 2 0 0 本以上では線束が太くなるために任意の形状に励磁コイル 1 7 0 を巻くことが困難となり、また、所定の空間内で所定の周回数を得ることが困難となる。おおむね、線束の外径を 5 mm 以下とすることにより、これらの条件を満たすことが可能となる。これにより、狭い空間で励磁コイル 1 7 0 の巻数を多くすることができるので、励磁コイル 1 7 0 の小型化を図りつつ、必要な電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することが可能となる。

【 0 0 5 0 】

周回する励磁コイル 1 7 0 の線束は、部分的に互いに間隔を開けて構成することもできるが、大部分を互いに密着させた方が効率が良い。また、周回する励磁コイル 1 7 0 の線束は、部分的に重ね方を変えて構成することもできるが、励磁コイル 1 7 0 の高さが低い方がより小さい電流で多くの電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することができる。励磁コイル 1 7 0 の形状としては、励磁コイル 1 7 0 の高さ（積層した厚さ）よりも周回して並んだ幅（円周方向の長さ）が大きければよい。

【 0 0 5 1 】

また、励磁コイル 1 7 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における長さが発熱ローラ 1 3 0 の長さよりも長い場合には、側板 1 4 0 などの発熱ローラ 1 3 0 の端部の導電性部材を磁束が貫通することとなる。このため、周囲の構成部材が発



熱し、発熱ローラ 1 3 0 への電磁エネルギーの伝達割合が減少してしまう。本実施の形態においては、発熱ローラ 1 3 0 の長さが励磁コイル 1 7 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における長さよりも長いので、コイル電流によって生じた磁束は、側板 1 4 0 などの周囲の構成部材に到達することなく、ほぼ全てが発熱ローラ 1 3 0 へ到達する。これにより、励磁コイル 1 7 0 に与えた電磁エネルギーを効率良く発熱ローラ 1 3 0 へ伝達することができる。特に、発熱ローラ 1 3 0 の端面から回転軸方向に磁束が通過すると、発熱ローラ 1 3 0 の端面の渦電流密度が高くなる。この場合には、発熱ローラ 1 3 0 の端面における発熱が大きくなり過ぎるという課題が生じる。

## 【 0 0 5 2 】

本実施の形態においては、上記したように、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における長さが小さい順に、励磁コイル 1 7 0 の内周部、最大幅の記録紙、励磁コイル 1 7 0 の外周部、発熱ローラ 1 3 0 となっており、励磁コイル 1 7 0 は、記録紙 2 0 0 が通過する部分で、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に平行かつ回転軸方向に均等に周回されている。このため、記録紙 2 0 0 が通過する部分での発熱ローラ 1 3 0 の発熱分布を均一にすることができる。その結果、定着部での温度分布を均一にし、安定した定着作用を得ることができる。

## 【 0 0 5 3 】

## (実施の形態 2)

図 6 は本発明の第 2 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す断面図、図 7 はこの定着装置の発熱ローラを除いた発熱部を示す底面図である。尚、上記第 1 の実施の形態と同一の機能を有する部材には同一の符号を付して、その説明は省略する。

## 【 0 0 5 4 】

本実施の形態は、線束を二重に重ねることなく、発熱ローラ 1 3 0 の周方向に沿って周回し、励磁コイル 1 7 0 の背面に背面コア 2 1 0 を設けた点で、上記第 1 の実施の形態と相違している。

## 【 0 0 5 5 】

背面コア 2 1 0 は励磁コイル 1 7 0 の存在しない範囲も覆っており、励磁コイ

ル 1 7 0 を介さずに発熱ローラ 1 3 0 に対向する『対向部 F』が設けられている。以下、背面コア 2 1 0 のうち励磁コイル 1 7 0 を介して発熱ローラ 1 3 0 に対向している部分を『透磁部 T』という。尚、背面コア 2 1 0 の断面は、円筒を軸方向に 1 8 0 度の角度をもって切断した形状となっている。

## 【 0 0 5 6 】

このような構成とすると、従来のコアよりも磁路を長くとることができ、更に、コイル電流によって生じた磁束が通過する透磁率の低い空気部分は、発熱ローラ 1 3 0 と背面コア 2 1 0 との間の狭い間隙部分だけとなる。このため、励磁コイル 1 7 0 のインダクタンスが増加して、コイル電流によって発生する磁束がほぼ完全に発熱ローラ 1 3 0 へ導かれる。その結果、発熱ローラ 1 3 0 と励磁コイル 1 7 0 との電磁結合がさらに良好となり、図 5 の等価回路における R がさらに大きくなる。これにより、同じコイル電流でもより多くの電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することが可能となる。

## 【 0 0 5 7 】

また、図 6 中の破線 M で示すように、背面コア 2 1 0 から発熱ローラ 1 3 0 へ導かれる磁束は対向部 F を通過する。発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った対向部 F の長さは背面コア 2 1 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さと同じであり、記録紙の幅よりも長い。このため、記録紙が通過する部分には対向部 F から均一に磁束が入射することになる。従って、発熱ローラ 1 3 0 の定着に必要な範囲を均一に加熱することができる。

## 【 0 0 5 8 】

背面コア 2 1 0 の材料としては、例えば、比透磁率が 1 0 0 0 ～ 3 0 0 0、飽和磁束密度が 2 0 0 ～ 3 0 0 mT、体積抵抗率が 1 ～ 1 0  $\Omega \cdot m$  のフェライトが用いられている。尚、背面コア 2 1 0 の材料としては、フェライトの他、パーマロイ等の高透磁率で抵抗率の高い材料を用いることもできる。

## 【 0 0 5 9 】

背面コア 2 1 0 の断面は、例えば、外径 3 6 mm、厚さ 5 mm の円筒を軸方向に略 9 0 度の角度をもって切断した形状となっている。このため、背面コア 2 1 0 の断面積は 2 4 3 mm<sup>2</sup> となる。また、励磁コイル 1 7 0 の断面積は 7 mm<sup>2</sup> ×

9 巻×2 で  $126\text{ mm}^2$  となる。

【 0 0 6 0 】

発熱ローラ 1 3 0 は、例えば、外径が  $20\text{ mm}$ 、厚さが  $0.3\text{ mm}$  のパイプ状に形成されている。このため、発熱ローラ 1 3 0 の内部の回転軸に垂直な面の断面積は、約  $295\text{ mm}^2$  となる。従って、背面コア 2 1 0 を含めた励磁コイル 1 7 0 の断面積は、発熱ローラ 1 3 0 の内部の回転軸に垂直な面の断面積よりも大きくなる。また、背面コア 2 1 0 と発熱ローラ 1 3 0 との間隔は、例えば、 $5.5\text{ mm}$  となる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施の形態においては、A 4 サイズ (幅  $210\text{ mm}$ ) の記録紙が最大幅の記録紙として用いられており、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向の長さは  $240\text{ mm}$ 、周回する励磁コイル 1 7 0 の外周部における発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さは  $200\text{ mm}$ 、励磁コイル 1 7 0 の内周部における発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さは  $170\text{ mm}$ 、背面コア 2 1 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さは  $220\text{ mm}$  に設定されている。発熱ローラ 1 3 0 の支持部材であるベアリング 1 5 0 (図 3 参照) は磁性材料である鋼によって構成されている。このベアリング 1 5 0 と背面コア 2 1 0 との間隔は  $10\text{ mm}$  であり、背面コア 2 1 0 と発熱ローラ 1 3 0 との間隔よりも大きい。

【 0 0 6 2 】

その他の構成は上記第 1 の実施の形態と同様である。

【 0 0 6 3 】

以下に、上記のように構成された定着装置の作用について説明する。

【 0 0 6 4 】

背面コア 2 1 0 を設けることにより、励磁コイル 1 7 0 のインダクタンスが大きくなり、励磁コイル 1 7 0 と発熱ローラ 1 3 0 との電磁結合が良好となって、図 5 の等価回路における  $R$  が大きくなる。このため、同じコイル電流でも多くの電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することが可能となる。従って、耐電流及び耐電圧の低い安価な励磁回路 1 8 0 (図 3 参照) を用いて、ウォームアップ時間の短い定着装置を実現することができる。

## 【 0 0 6 5 】

また、図 6 中の破線 M で示すように、励磁コイル 1 7 0 の背面側の磁束がすべて背面コア 2 1 0 の内部を通過するため、磁束が後方へ漏れることを防止することができる。その結果、周辺の導電性部材の電磁誘導による発熱を防止することができると共に、不要な電磁波の放射を防止することができる。

## 【 0 0 6 6 】

さらに、周回する線束が重ねられていないので、励磁コイル 1 7 0 の全ての線束が発熱ローラ 1 3 0 の近傍に位置する。このため、コイル電流によって発生する磁束が発熱ローラ 1 3 0 へさらに効率良く伝達される。

## 【 0 0 6 7 】

本実施の形態においては、励磁コイル 1 7 0 や背面コア 2 1 0 が発熱ローラ 1 3 0（発熱部）の外部に設置されているので、励磁コイル 1 7 0 等が発熱部の温度の影響を受けて昇温することを防止することができる。このため、発熱量を安定に保つことができる。特に、発熱ローラ 1 3 0 の内部の回転軸に垂直な面の断面積よりも大きな断面積を有する励磁コイル 1 7 0 及び背面コア 2 1 0 が用いるものであるため、熱容量の小さい発熱ローラ 1 3 0 と、巻き数の多い励磁コイル 1 7 0 と、適当な量のフェライト（背面コア 2 1 0）とを組み合わせる用いることができる。このため、定着装置の熱容量を抑制しながら、所定のコイル電流で多くの電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することが可能となる。

## 【 0 0 6 8 】

本実施の形態においては、上記したように、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における長さが小さい順に、励磁コイル 1 7 0 の内周部、励磁コイル 1 7 0 の外周部、最大幅の記録紙、背面コア 2 1 0、発熱ローラ 1 3 0 となっている。そして、このように、励磁コイル 1 7 0 の外周部における発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さを最大幅の記録紙の幅よりも小さくする一方、背面コア 2 1 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さを最大幅の記録紙の幅よりも大きくしているので、励磁コイル 1 7 0 の巻き方が多少不均一であっても、励磁コイル 1 7 0 から発熱ローラ 1 3 0 へ達する磁界を回転軸方向に均一にすることができる。従って、記録紙が通過する部分での発熱ローラ 1 3 0 の発熱分布を均一にす

ることができる。これにより、定着部での温度分布を均一にし、安定した定着作用を得ることができる。また、発熱ローラ 1 3 0 の発熱分布を均一にしながら、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向の長さとし磁コイル 1 7 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さを短くすることができるので、装置の小型化と同時にコストの低減を図ることができる。さらに、背面コア 2 1 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿った長さが発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向の長さよりも短いので、発熱ローラ 1 3 0 の端面の渦電流密度が高くなって発熱ローラ 1 3 0 の端面における発熱が大きくなり過ぎることを防止することができる。

## 【 0 0 6 9 】

また、上記したように、発熱ローラ 1 3 0 の支持部材であるベアリング 1 5 0 (図 3 参照) としては、機械的な強度を保証するために、一般に、磁性を有する鋼が用いられる。このため、コイル電流によって生じた磁束はベアリング 1 5 0 に吸引され易く、磁束がベアリング 1 5 0 を貫通すると熱が発生してしまう。このため、発熱ローラ 1 3 0 への電磁エネルギーの伝達割合が減少してしまうと共に、ベアリング 1 5 0 の温度が上昇して寿命が短くなってしまう。本実施の形態においては、上記したように、ベアリング 1 5 0 と背面コア 2 1 0 の端面との間隔は、背面コア 2 1 0 と発熱ローラ 1 3 0 との対向間隔よりも大きく設定されているため、背面コア 2 1 0 を貫通した磁束は、ベアリング 1 5 0 へ導かれることなく、そのほとんどが発熱ローラ 1 3 0 を貫通する。これにより、励磁コイル 1 7 0 に与えた電磁エネルギーを効率良く発熱ローラ 1 3 0 へ伝達することができると共に、ベアリング 1 5 0 の発熱を防止することができる。

## 【 0 0 7 0 】

ベアリング 1 5 0 と背面コア 2 1 0 との間隔 (本実施の形態では 1 0 m m) は、背面コア 2 1 0 と発熱ローラ 1 3 0 との対向間隔 (本実施の形態では 5 . 5 m m) よりも大きければよいが、2 倍以上とすることが望ましい。

## 【 0 0 7 1 】

また、背面コア 2 1 0 の厚さが均一であるため、背面コア 2 1 0 の内部に局所的に熱が蓄積することはない。さらに、背面コア 2 1 0 の外周からの放熱を妨げるものが無いので、蓄熱による温度上昇によって背面コア 2 1 0 の飽和磁束密度



が低下して、全体としての透磁率が急激に減少することを防止することができる。これにより、長時間にわたって安定して発熱ローラ 1 3 0 を所定の温度に保つことができる。

#### 【 0 0 7 2 】

##### （実施の形態 3）

次に、本実施の形態の像加熱装置としての定着装置について詳細に説明する。

#### 【 0 0 7 3 】

図 8（a）において、薄肉の定着ベルト 2 3 0 は、基材がポリイミド樹脂からなる直径 5 0 m m、厚さ 1 0 0  $\mu$  m のエンドレスのベルトである。定着ベルト 2 3 0 の表面には、離型性を付与するために、フッ素樹脂からなる厚さ 2 0  $\mu$  m の離型層（図示せず）が被覆されている。基材の材料としては、耐熱性を有するポリイミド樹脂やフッ素樹脂等の他、電鍍で製作したニッケル等のごく薄い金属を用いることもできる。また、離型層としては、P T F E、P F A、F E P、シリコーンゴム、フッ素ゴム等の離型性の良好な樹脂やゴムを単独であるいは混合して用いてもよい。定着ベルト 2 3 0 をモノクロ画像の定着用として用いる場合には離型性のみを確保すればよいが、定着ベルト 2 3 0 をカラー画像の定着用として用いる場合には弾性を付与することが望ましく、その場合にはさらに厚いゴム層を形成する必要がある。

#### 【 0 0 7 4 】

励磁手段としての励磁コイル 1 7 0 は、表面が絶縁された外径 0 . 2 m m の銅製の線材を 6 0 本束ねた線束を、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に延伸し、かつ、発熱ローラ 1 3 0 の周方向に沿って周回して形成されている。線束の断面積は線材の絶縁被覆を含めて約 7 m m<sup>2</sup>である。

#### 【 0 0 7 5 】

図 8（a）～図 1 1 に示すように、励磁コイル 1 7 0 は、発熱ローラ 1 3 0 に巻き付いた定着ベルト 2 3 0 を覆うような断面形状となっている。この場合、定着ベルト 2 3 0 の移動方向における励磁コイル 1 7 0 の励磁幅は、定着ベルト 2 3 0 と発熱ローラ 1 3 0 の接触範囲（巻き付き範囲）以下となっている。発熱ローラ 1 3 0 のうち定着ベルト 2 3 0 に熱を奪われない部分が発熱すると、定着ベ

ルト 2 3 0 の材料の耐熱温度を超えて発熱ローラ 1 3 0 の温度が上昇し易いという問題がある。しかし、本実施の形態のように構成すれば、発熱ローラ 1 3 0 のうち定着ベルト 2 3 0 に接触する範囲のみが発熱するために、発熱ローラ 1 3 0 の温度が異常に上昇してしまうことを防止することができる。また、線束は、励磁コイル 1 7 0 の両端部（発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向の両端部）のみで重なっており、発熱ローラ 1 3 0 の周方向に沿って互いに密着した状態で 9 回周回している。励磁コイル 1 7 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における両端部は線束が 2 列に重なった状態で盛り上がっている。すなわち、励磁コイル 1 7 0 は全体として鞍のような形状に形成されている。このため、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向のより広い範囲を均一に加熱することができる。尚、励磁コイル 1 7 0 の両端部において重なった線束は発熱ローラ 1 3 0 との距離が大きくなるので、この部分に渦電流が集中して部分的に高温になり過ぎることはない。

## 【 0 0 7 6 】

背面コア 2 1 0 は、C 形コア 2 4 0 と中心コア 2 5 0 とにより構成されている。C 形コア 2 4 0 は、幅が 1 0 m m であり、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に 2 5 m m の間隔を開けて 6 個配置されている。これにより、外部に漏れる磁束を捕捉することができるようにされている。また、中心コア 2 5 0 は、励磁コイル 1 7 0 の周回の中央に位置し、C 形コア 2 4 0 に対して凸形状となっている。すなわち、中心コア 2 5 0 は、背面コア 2 1 0 の対向部 F のうち、発熱ローラ 1 3 0 への近接部 N となっている（図 1 2 参照）。尚、中心コア 2 5 0 の断面積は 3 m m × 1 0 m m である。

## 【 0 0 7 7 】

また、中心コア 2 5 0 は、フェライトを製造し易いように、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に数個に分割して構成してもよい。また、中心コア 2 5 0 は、C 形コア 2 4 0 と一体に組み合わせた形状としてもよく、さらには、C 形コア 2 4 0 と一体に組み合わせた形状で、かつ、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に数個に分割して構成してもよい。

## 【 0 0 7 8 】

2 6 0 は P E E K 材や P P S などの耐熱温度の高い樹脂からなる厚さ 1 m m の



断熱部材である。断熱部材 2 6 0 の端部には、励磁コイル 1 7 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における両端部の盛り上がった部分を保持する両端保持部 3 4 a が設けられている。これにより、励磁コイル 1 7 0 の両端の盛り上がりが崩れることを防止することができると共に、励磁コイル 1 7 0 の外側の位置が規制される。

## 【 0 0 7 9 】

背面コア 2 1 0 の材料は、上記第 2 の実施の形態と同様である。中心コア 2 5 0 を除いて、C 形コア 2 4 0 を含む断面での背面コア 2 1 0 の断面形状、及び発熱ローラ 1 3 0 の形状も、上記第 2 の実施の形態と同様である。従って、背面コア 2 1 0 を含めた励磁コイル 1 7 0 の断面積が発熱ローラ 1 3 0 の内部の回転軸に垂直な面の断面積よりも大きい点も、上記第 2 の実施の形態と同様である。

## 【 0 0 8 0 】

励磁回路 1 8 0 (図 3 参照) から励磁コイル 1 7 0 に印加される交流電流は、上記第 1 の実施の形態と同様である。励磁コイル 1 7 0 に印加される交流電流は、定着ベルト 2 3 0 の表面に設けられた温度センサによって得られる温度信号により、定着ベルト 2 3 0 の表面が所定の定着温度である 1 9 0 ℃となるように制御される。

## 【 0 0 8 1 】

図 8 (a) に示すように、定着ベルト 2 3 0 は、表面が低硬度 (J I S A 3 0 度) の弾力性を有する発泡体であるシリコンゴムによって構成された直径 2 0 m m の低熱伝導性の定着ローラ 2 7 0 と、直径 2 0 m m の発熱ローラ 1 3 0 とに所定の張力をもって懸架されており、矢印 B の方向に回転移動可能となっている。ここで、発熱ローラ 1 3 0 の両端には、定着ベルト 2 3 0 の蛇行を防止するためのリブ (図示せず) が設けられている。また、加圧手段としての加圧ローラ 1 6 0 は、定着ベルト 2 3 0 を介して定着ローラ 2 7 0 に対して圧接されており、これによりニップ部が形成されている。

## 【 0 0 8 2 】

本実施の形態においては、A 4 サイズ (幅 2 1 0 m m) の記録紙が最大幅の記録紙として用いられており、定着ベルトの幅は 2 3 0 m m、発熱ローラ 1 3 0 の回

転軸方向の長さは260mm、背面コア210の発熱ローラ130の回転軸方向における最外端間の長さは225mm、周回する励磁コイル170の外周部における発熱ローラ130の回転軸方向に沿った長さは245mm、断熱部材260の発熱ローラ130の回転軸方向に沿った長さは250mmに設定されている。

## 【0083】

本実施の形態においては、励磁コイル170、背面コア210及び発熱ローラ130が上記のように構成されており、励磁コイル170が電磁誘導によって発熱ローラ130を発熱させる。以下、その機構について、図12を参照しながら説明する。

## 【0084】

図12に示すように、コイル電流によって生じた磁束は、背面コア210の対向部Fから発熱ローラ130へ入る。この場合、コイル電流によって生じた磁束は、発熱ローラ130の磁性のために、図中の破線Mで示すように、発熱ローラ130内を円周方向に貫通する。そして、この磁束は、背面コア210の発熱ローラ130への近接部Nである中心コア250から透磁部Tを経て大きなループを形成し、生成消滅を繰り返す。この磁束の変化によって発生する誘導電流がジュール熱を発生させる点は、上記第1の実施の形態と同様である。

## 【0085】

本実施の形態においては、図9に示すように、幅の狭いC形コア240が発熱ローラ130の回転軸方向に均等な間隔を開けて複数個配置されているが、この構成だけでは、励磁コイル170の背面で円周方向に流れる磁束がC形コア240の部分に集中し、隣接するC形コア240間の空気中にはほとんど流れない。このため、発熱ローラ130に入る磁束はC形コア240が存在する部分に集中する傾向にある。従って、発熱ローラ130の発熱もC形コア240との対向部分で大きくなり易い。しかし、本実施の形態においては、励磁コイル170の周回の中央で近接部Nを形成する中心コア250が発熱ローラ130の回転軸方向に連続して設けられているので、C形コア240の対向部Fから発熱ローラ130に入った磁束は、発熱ローラ130内で回転軸方向にも流れて分布が均一化される。このため、発熱ローラ130の発熱量の不均一さが緩和される。

## 【 0 0 8 6 】

透磁部 T の磁束を C 形コア 2 4 0 の対向部 F から別の対向部 F へ導く働きは、発熱ローラ 1 3 0 への磁束の入射分布とは直接関係がない。このため、透磁部 T と対向部 F を分けて構成することは、背面コア 2 1 0 の形状の最適化に非常に有効である。透磁部 T は軸方向に均一である必要はなく、対向部 F をできるだけ軸方向に均一にすればよい。

## 【 0 0 8 7 】

中心コア 2 5 0 を C 形コア 2 4 0 に対して凸形状とすることによって、発熱ローラ 1 3 0 への近接部 N を設けているので、磁路をより多くのフェライトによって構成することができる。従って、コイル電流によって生じた磁束が通過する透磁率の低い空気部分は、発熱ローラ 1 3 0 と背面コア 2 1 0 との間の狭い間隙部分だけとなる。このため、励磁コイル 1 7 0 のインダクタンスがより増加して、コイル電流によって発生する磁束がより多く発熱ローラ 1 3 0 へ導かれるので、発熱ローラ 1 3 0 と励磁コイル 1 7 0 との電磁結合が良好となる。これにより、同じ電流でもより多くの電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することが可能となる。特に、励磁コイル 1 7 0 の周回の中央にはコイル電流によって発生した磁束が必ず通過するので、この部分に発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に連続した中心コア 2 5 0 からなる近接部 N を設けることにより、コイル電流によって発生した磁束を効率良く発熱ローラ 1 3 0 へ導くことができる。

## 【 0 0 8 8 】

更に、本実施の形態では、図 9 に示す如く、C 形コア 2 4 0 を発熱ローラ 1 3 0 の軸方向に対して所定の角度  $\theta$  をもって構成している。このように角度をもった形状とすると、励磁コイル 1 7 0 が発生させる磁束が、発熱ローラ 1 3 0 内を C 形コア 2 4 0 に沿って発熱ローラ 1 3 0 の軸方向に対して角度  $\theta$  の方向に貫通するため、発熱ローラ 1 3 0 を回転させると、発熱ローラ 1 3 0 にはその回転軸方向に満遍なくジュール熱が発生する。従って、軸方向に対する発熱量のムラがより解消されるという効果を奏する。

## 【 0 0 8 9 】

図 1 0 ( a ) , ( b ) , ( c ) は、図 9 の一点鎖線 X , Y , Z で C 形コア 2 4

0 及び発熱ローラ 1 3 0 を切断した断面図であり、斜線部  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  はそれぞれ C 形コア 2 4 0 の断面である。例えば、図 9 に示すように、互いに隣接する C 形コア 2 4 0 の辺  $d$  と辺  $d'$  とを、発熱ローラ 1 3 0 の軸方向と垂直な方向（円周方向）において重複するような位置、もしくは一致するような位置になるよう、角度  $\theta$  を選択すると、発熱ローラ 1 3 0 を切断した断面を示す斜線部  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  の面積は概ね同一になる。

## 【 0 0 9 0 】

このように一点鎖線 X、Y、Z をどこで選んでも断面積が等しくなるように図 9 に示す C 形コア 2 4 0 の角度  $\theta$  を選択すれば、発熱ローラ 1 3 0 の軸方向に対する発熱量のムラを最も効果的に解消することができる。

## 【 0 0 9 1 】

但し、角度  $\theta$  は上記の角度に限定されず、種々の角度が可能である。また、C 形コア 2 4 0 の角度  $\theta$  は全ての C 形コアについて同一である必要はない。例えば、発熱ローラ 1 3 0 の軸方向中央部の C 形コアの角度  $\theta$  よりも発熱ローラ 1 3 0 の軸方向端部の C 形コアの角度  $\theta$  を大きくすれば、発熱ローラ 1 3 0 の軸方向の温度ムラを改善することができる。

## 【 0 0 9 2 】

また、発熱ローラ 1 3 0 の軸方向中央部から軸方向端部に向かって徐々に C 形コアの角度  $\theta$  を変化させる（例えば、大きくする）ことにより、同様に発熱ローラ 1 3 0 の軸方向の温度ムラを改善することができる。

## 【 0 0 9 3 】

また、上記の実施の形態では、C 形コア 2 4 0 の幅径を同一にしているが、C 形コア 2 4 0 毎にその幅径を独立に設定することにより、発熱ローラ 1 3 0 の温度調整を制御することができる。例えば、発熱ローラ 1 3 0 の軸方向中央部から軸方向端部に向かって徐々に C 形コアの幅径を変化させる（例えば、大きくする）ことにより、発熱ローラ 1 3 0 の軸方向の温度ムラを改善することができる。

## 【 0 0 9 4 】

また、C 形コア 2 4 0 は、その幅が均一で、大きな間隔を開けて発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に複数個配置されているので、背面コア 2 1 0 及び励磁コイル

1 7 0 に熱が蓄積することはない。さらに、背面コア 2 1 0 及び励磁コイル 1 7 0 の外周からの放熱を妨げるものが無いので、蓄熱による温度上昇によって背面コア 2 1 0 のフェライトの飽和磁束密度が低下して、全体としての透磁率が急激に減少することを防止することができる。また、線材の絶縁被覆が溶解して線材同士が短絡することを防止することができる。これにより、長時間にわたって安定に発熱ローラ 1 3 0 を所定の温度に保つことができる。

## 【 0 0 9 5 】

また、励磁コイル 1 7 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における両端部が線束を重ねて形成されているので、より広い範囲にわたって励磁コイル 1 7 0 を発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に均等に延伸することができる。これにより、発熱ローラ 1 3 0 の発熱分布を均一にすることができる。逆に、均一な発熱領域を確保しながら励磁コイル 1 7 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における両端部の幅を小さくすることができるので、装置全体の小型化を図ることができる。

## 【 0 0 9 6 】

また、本実施の形態においては、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における長さが小さい順に、最大幅の記録紙、背面コア 2 1 0、定着ベルト 2 3 0、励磁コイル 1 7 0 の外周部、断熱部材 2 6 0、発熱ローラ 1 3 0 となっている。すなわち、断熱部材 2 6 0 の長さが励磁コイル 1 7 0 及び背面コア 2 1 0 の長さよりも長い。そして、断熱部材 2 6 0 を介して背面コア 2 1 0 と発熱ローラ 1 3 0 及び定着ベルト 2 3 0 とが対向しているので、背面コア 2 1 0 を発熱ローラ 1 3 0 に近接させた場合であっても、背面コア 2 1 0 の温度上昇を防止することができる。また、冷却気流が定着ベルト 2 3 0 に接触して、定着ベルト 2 3 0 を冷却することを防止することができる。

## 【 0 0 9 7 】

また、定着ベルト 2 3 0 の幅が背面コア 2 1 0 の発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における長さよりも長いために、定着ベルト 2 3 0 に接触しない部分の発熱ローラ 1 3 0 が加熱されることはないので、この部分の発熱ローラ 1 3 0 の温度が上昇し過ぎることを防止することができる。

## 【 0 0 9 8 】



また、コイルカバー 2 8 0 を設けることにより、背面コア 2 1 0 の背面にわずかに漏れる磁束や励磁コイル 1 7 0 から発生する高周波の電磁波が装置内外に伝搬することを防止することができる。その結果、装置内外の電気回路が電磁ノイズによって誤動作することを防止することができる。

## 【 0 0 9 9 】

また、本実施の形態においては、発熱ローラ 1 3 0（発熱部）が定着ベルト 2 3 0 の内部に設置されている一方、励磁コイル 1 7 0 や背面コア 2 1 0 は定着ベルト 2 3 0 の外部に設置されているので、励磁コイル 1 7 0 等が発熱部の温度の影響を受けて昇温することを防止することができる。このため、発熱量を安定に保つことができる。特に、発熱ローラ 1 3 0 の内部の回転軸に垂直な面の断面積よりも大きな断面積を有する励磁コイル 1 7 0 及び背面コア 2 1 0 を用いるものであるため、熱容量の小さい発熱ローラ 1 3 0 と、巻き数の多い励磁コイル 1 7 0 と、適当な量のフェライト（背面コア 2 1 0）とを組み合わせ用いることができる。このため、定着装置 1 2 0 の熱容量を抑制しながら、所定のコイル電流で多くの電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することが可能となる。その結果、耐電流及び耐電圧の低い安価な励磁回路 1 8 0（図 3 参照）を用いて、ウォームアップ時間の短い定着装置 1 2 0 を実現することができる。本実施の形態においては、励磁回路 1 8 0 からの交流電流が実効値電圧 1 4 0 V（電圧振幅 5 0 0 V）、実効値電流 2 2 A（ピーク電流 5 5 A）で 8 0 0 W の電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することができた。

## 【 0 1 0 0 】

発熱ローラ 1 3 0 の外側に位置する励磁コイル 1 7 0 は発熱ローラ 1 3 0 の表面を発熱させるので、定着ベルト 2 3 0 は発熱ローラ 1 3 0 の最も発熱量の大きい部分に接触することとなる。従って、最大発熱部が定着ベルト 2 3 0 への熱伝達部となり、発生した熱を発熱ローラ 1 3 0 内での熱伝導なしに定着ベルト 2 3 0 へ伝達することができる。このように、熱伝達距離が小さいので、定着ベルト 2 3 0 の温度変動に対して応答の速い制御を行うことが可能となる。

## 【 0 1 0 1 】

発熱ローラ 1 3 0 の定着ベルト 2 3 0 との接触部を通り過ぎた位置の近傍には

、温度センサ（図示せず）が設けられている。この部分の温度を一定に制御することにより、定着ローラ 2 7 0 と加圧ローラ 1 6 0 とのニップ部に突入するときの定着ベルト 2 3 0 の温度を常に一定に保つことができる。その結果、連続して複数枚の記録紙 2 0 0 を定着する場合であっても、その定着を安定に行うことが可能となる。

## 【 0 1 0 2 】

また、励磁コイル 1 7 0 及び背面コア 2 1 0 が発熱ローラ 1 3 0 の円周のほぼ半分を覆っているので、定着ベルト 2 3 0 と発熱ローラ 1 3 0 との接触部の全域が発熱することになる。このため、励磁コイル 1 7 0 から発熱ローラ 1 3 0 へ電磁誘導によって伝達される加熱エネルギーをより多く定着ベルト 2 3 0 へ伝達することができる。

## 【 0 1 0 3 】

また、本実施の形態においては、発熱ローラ 1 3 0 と定着ベルト 2 3 0 の材質、厚さ等は各々独立して設定することができる。従って、発熱ローラ 1 3 0 の材質、厚さとして、励磁コイル 1 7 0 の電磁誘導による加熱を行うために最適な材質、厚さを選ぶことができる。また、定着ベルト 2 3 0 の材質、厚さとしては、定着を行うために最適な材質、厚さを選ぶことができる。

## 【 0 1 0 4 】

本実施の形態においては、ウォームアップ時間を短縮するという目的を達成するために、定着ベルト 2 3 0 の熱容量を極力小さく設定すると共に、発熱ローラ 1 3 0 の厚さと外径を小さくしてその熱容量を小さく設定している。このため、投入電力 8 0 0 W で、定着のための昇温の開始から約 1 5 秒で所定の温度にすることができた。

## 【 0 1 0 5 】

尚、本実施の形態においては、C 形コア 2 4 0 が発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に均等な間隔を開けて配置されているが、この間隔は必ずしも均等である必要はない。放熱状況や温度センサなどの接触部材の有無などに応じて間隔を調整することにより、温度分布が均一となるように発熱分布を自由に設計することができる。



## 【 0 1 0 6 】

また、本実施の形態においては、背面コア 2 1 0 が、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に間隔を開けて配置されたフェライトからなる均一厚さの複数の C 形コア 2 4 0 と、同じくフェライトからなる中心コア 2 5 0 とにより構成されているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。例えば、発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に連続した一体の背面コア 2 1 0 に複数の孔を設けた構成であってもよい。また、フェライトからなる複数のブロックを、励磁コイル 1 7 0 の背面にそれぞれ孤立して分布させた構成であってもよい。

## 【 0 1 0 7 】

また、本実施の形態においては、定着ベルト 2 3 0 の基材が樹脂によって構成されているが、樹脂の代わりにニッケルなどの強磁性金属を用いて構成することもできる。この場合には、電磁誘導による発熱の一部がこの定着ベルト 2 3 0 内で発生し、定着ベルト 2 3 0 そのものも加熱されるので、加熱エネルギーを定着ベルト 2 3 0 へより有効に伝えることができる。

## 【 0 1 0 8 】

また、本実施の形態においては、発熱ローラ 1 3 0 の両端がベアリング 1 5 0 によって支持された構成となっているが、図 1 3 に示すように、発熱ローラ 1 3 0 の両端に設けられ、ベークライト等の熱伝導性の小さい耐熱樹脂によって構成されたフランジ 2 9 0 と、両フランジ 2 9 0 を貫通する中心軸 3 0 0 とによって支持された構成であってもよい。この構成を採用すれば、発熱ローラ 1 3 0 の両端からの熱や磁束の漏れを抑制することができる。

## 【 0 1 0 9 】

また、本実施の形態においては、定着ベルト 2 3 0 の移動方向における励磁コイル 1 7 0 の励磁幅を、定着ベルト 2 3 0 と発熱ローラ 1 3 0 の接触範囲（巻き付き範囲）以下に設定しているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。例えば、図 8（b）に示すように、定着ベルト 2 3 0 の移動方向における励磁コイル 1 7 0 の励磁幅が定着ベルト 2 3 0 と発熱ローラ 1 3 0 の接触範囲（巻き付き範囲；境界線 b）から定着ローラ 2 7 0 側へ延長されていてもよい。この構成によれば、図 8（a）の構成に比べて、発熱ローラ 1 3 0 のさらに広い範囲（

図 8 (b) 中の a の範囲) まで発熱させることができるので、小さいコイル電流でも十分な発熱量を得ることができる。また、この場合、線束を周回して励磁コイル 1 7 0 を形成した後、励磁コイル 1 7 0 を圧縮することにより、周回する線束の断面を略四角形状として、線束同士をさらに密着させている。これにより、励磁コイル 1 7 0 の占有体積を小さくすることができるので、励磁コイル 1 7 0 の巻数をより多くすることができる。その結果、コイル電流の電流密度が大きくなるので、発熱ローラ 1 3 0 に生じる渦電流の密度も大きくなり、発熱量が増加する。このため、必要とされるコイル電流を小さくしたり、発熱ローラ 1 3 0 を小径化することが可能となる。さらに、背面コア 2 1 0 と励磁コイル 1 7 0 との間隔を大きくすることができるので、背面コア 2 1 0 の放熱を促進して、背面コア 2 1 0 の温度上昇を防止することができる。また、線束が互いに強く密着しているため、線束間の接着が強固となり、励磁コイル 1 7 0 単体でその形状を保持することができる。従って、定着装置 1 2 0 の組立工程が簡単になる。

#### 【 0 1 1 0 】

##### (実施の形態 4)

図 1 4 は本発明の第 4 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す断面図である。尚、上記第 3 の実施の形態と同一の機能を有する部材には同一の符号を付して、その説明は省略する。

#### 【 0 1 1 1 】

図 1 4 に示すように、本実施の形態においては、上記第 3 の実施の形態と異なり、背面コア 2 1 0 の対向部 F の発熱ローラ 1 3 0 に対向する箇所が、発熱ローラ 1 3 0 へ近接するように凸状に形成されている。

#### 【 0 1 1 2 】

その他の構成は上記第 3 の実施の形態と同様である。

#### 【 0 1 1 3 】

本実施の形態の構成によれば、磁路をほぼ完全にフェライトによって構成することができる。従って、コイル電流によって生じた磁束が通過する透磁率の低い空気部分は、発熱ローラ 1 3 0 と背面コア 2 1 0 との間の狭い間隙部分だけとなる。このため、励磁コイル 1 7 0 のインダクタンスがより増加して、コイル電流

によって発生する磁束がほぼ完全に発熱ローラ 1 3 0 へ導かれる。その結果、発熱ローラ 1 3 0 と励磁コイル 1 7 0 との電磁結合が良好となり、図 5 の等価回路における R が大きくなる。従って、同じコイル電流でもより多くの電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することが可能となる。本実施の形態においては、実効値電流 2 0 A（ピーク電流 5 0 A）で 8 0 0 W の電力を発熱ローラ 1 3 0 へ投入することができた。

#### 【 0 1 1 4 】

また、断熱部材 2 6 0 を介して背面コア 2 1 0 と発熱ローラ 1 3 0 及び定着ベルト（図示せず）が対向しているので、背面コア 2 1 0 を発熱ローラ 1 3 0 に近接させた場合であっても、背面コア 2 1 0 の温度上昇を防止することができる。

#### 【 0 1 1 5 】

##### （実施の形態 5）

図 1 5 は本発明の第 5 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す断面図、図 1 6 は発熱部を図 1 5 の矢印 A の方向からみた投影図である。尚、上記第 3 の実施の形態と同一の機能を有する部材には同一の符号を付して、その説明は省略する。

#### 【 0 1 1 6 】

図 1 5、図 1 6 に示すように、本実施の形態は、隣接する C 形コア 2 4 0 の間隔を発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向に沿って変化させて構成した点で、上記第 3 の実施の形態と相違する。図 1 6 おいて、 $d_1 = 21\text{ mm}$ 、 $d_2 = 21\text{ mm}$ 、 $d_3 = 18\text{ mm}$ である。従って、 $d_1 = d_2 > d_3$ の関係となる。つまり、発熱ローラ 1 3 0 の端部で隣接する背面コア 2 1 0 の間隔が狭くなっている。

#### 【 0 1 1 7 】

ところで、隣接する背面コア 2 1 0 の間隔を均等にすると、発熱ローラ 1 3 0 及び定着ベルトの端部の温度が低くなることがある。そして、この発熱ローラ 1 3 0 の回転軸方向における温度ムラは定着不良を生じさせる。

#### 【 0 1 1 8 】

本実施の形態においては、上記したように、発熱ローラ 1 3 0 の中央部よりも端部の方で隣接する背面コア 2 1 0 の間隔が狭くなっているため、コイル電流に

よって生じる磁束は、発熱ローラ 1 3 0 の中央部よりも端部の方で若干多くなる。このため、発熱ローラ 1 3 0 の端部において発熱量が多くなる。一方、発熱ローラ 1 3 0 の端部においては、軸受などへの熱伝導により、中央部よりも多くの熱が奪われ易い。従って、この両方の作用が相殺されて、発熱ローラ 1 3 0 及び定着ベルトの温度分布が均一となるので、定着不良を防止することができる。

#### 【 0 1 1 9 】

尚、本実施の形態においては、発熱ローラ 1 3 0 の端部で隣接する背面コア 2 1 0 の間隔を狭くすることにより、均一な温度分布が得られるようにしているが、必ずしもこの構成に限定されるものではない。例えば、隣接する背面コア 2 1 0 の間隔は均等にし、発熱ローラ 1 3 0 の端部に位置する背面コア 2 1 0 の幅を、発熱ローラ 1 3 0 の中央部に位置する背面コア 2 1 0 の幅よりも広くすることによっても、同様に均一な温度分布を得ることができる。また、例えば、隣接する背面コア 2 1 0 の間隔は均等にし、発熱ローラ 1 3 0 の端部に近い範囲にフェライトからなるブロックを孤立して配置することによっても、同様に均一な温度分布を得ることができる。

#### 【 0 1 2 0 】

##### 【発明の効果】

以上の通り、本願発明はC形コアの並びを加熱ローラの軸方向に対し角度を設けることにより、加熱ローラの軸と垂直な断面の面積がどの部分も概ね同じになるようにした。このように構成することにより、加熱ローラの軸方向における温度の高低差が少なくなり、定着ムラの発生を抑えることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態である画像形成装置の構成を示す説明図

##### 【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置を示す断面図

##### 【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す一部破断した平面図

【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す断面図

【図 5】

本発明の第 1 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部の等価回路図

【図 6】

本発明の第 3 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す断面図

【図 7】

本発明の第 3 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱ローラを除いた発熱部を示す底面図

【図 8】

A は本発明の第 3 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置を示す断面図 3 は本発明の第 3 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の他の例を示す断面図

【図 9】

図 8 ( a ) の矢印 G の方向から見た発熱部の投影図

【図 1 0】

本発明の第 3 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す断面図

【図 1 1】

本発明の第 3 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱ローラの回転軸と励磁コイルの中心を含む面における発熱部の断面図

【図 1 2】

本発明の第 3 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す断面図

【図 1 3】

本発明の第 3 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱ローラ

を示す断面図

【図 1 4】

本発明の第 4 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す断面図

【図 1 5】

本発明の第 5 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を示す断面図

【図 1 6】

本発明の第 5 の実施の形態における像加熱装置としての定着装置の発熱部を図 1 5 の矢印 A の方向からみた投影図

【図 1 7】

従来技術における定着装置の他の例を示す断面図

【図 1 8】

従来技術における定着装置の他の例に用いられる加熱コイルを示す斜視図

【図 1 9】

従来技術における定着装置の上面図

【符号の説明】

1 7 0 励磁コイル

2 1 0 背面コア

2 4 0 C 形コア

2 5 0 中心コア

4 1 0 断熱部材

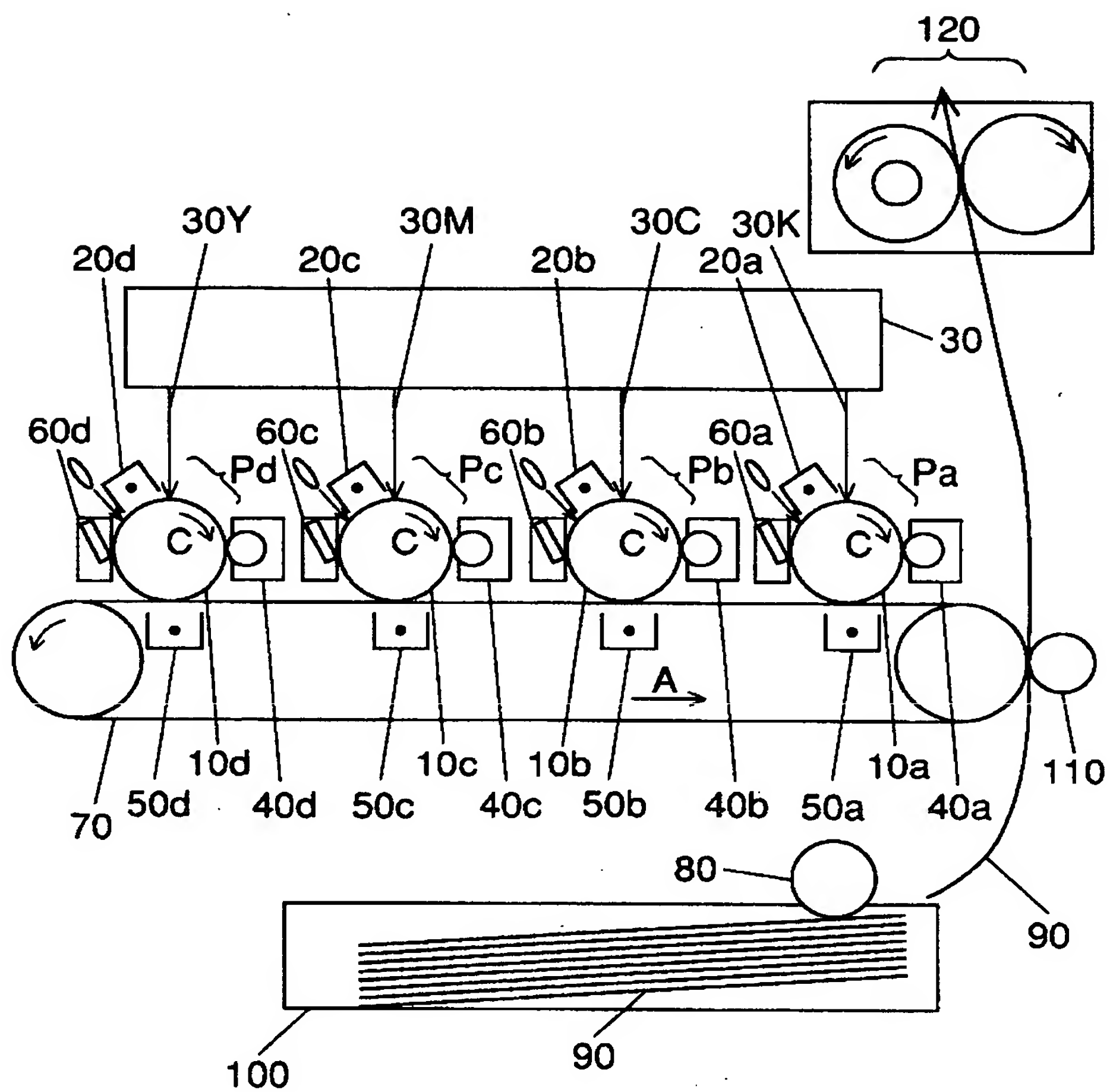
4 2 0 両端保持部



【書類名】

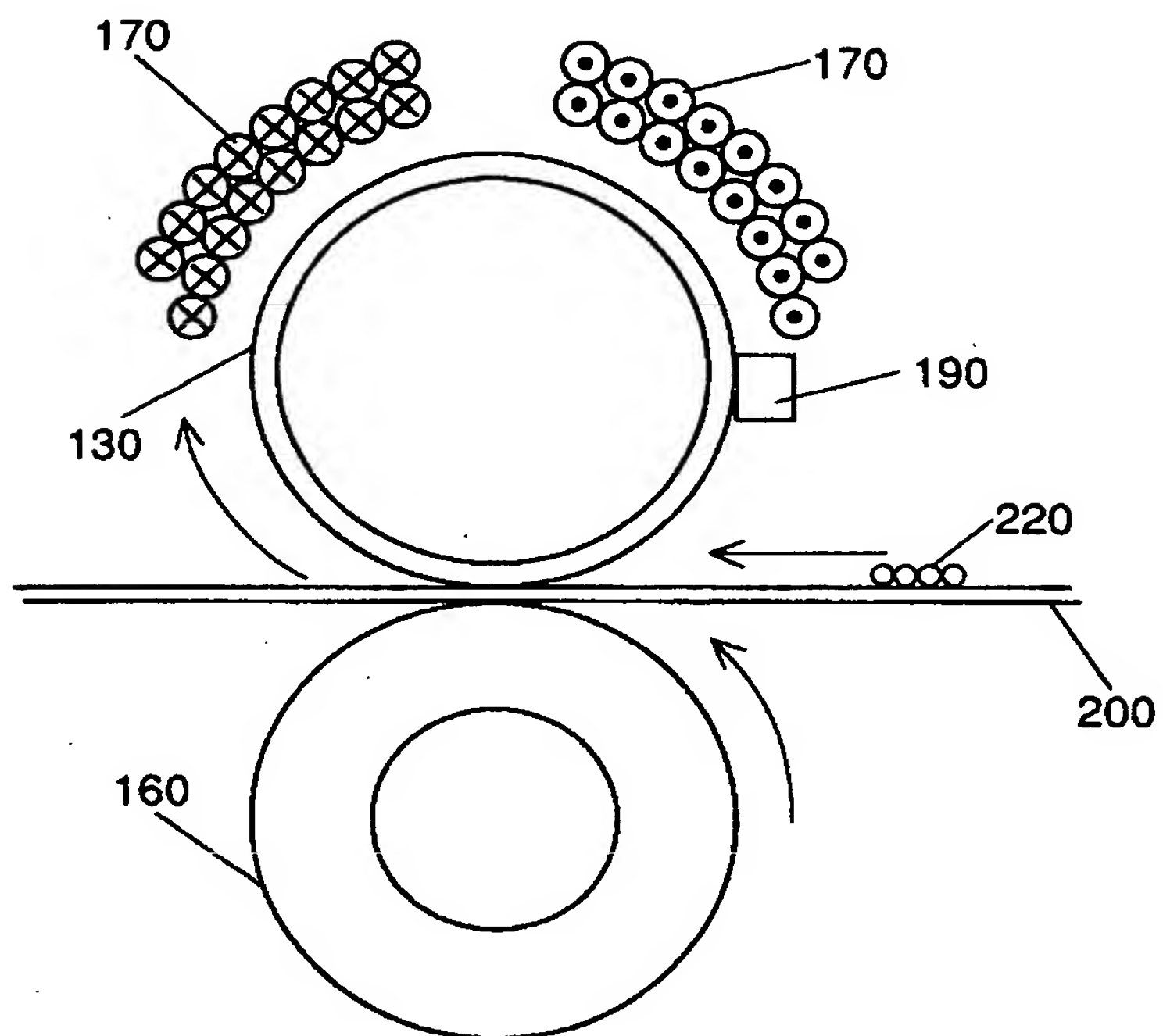
図面

【図 1】

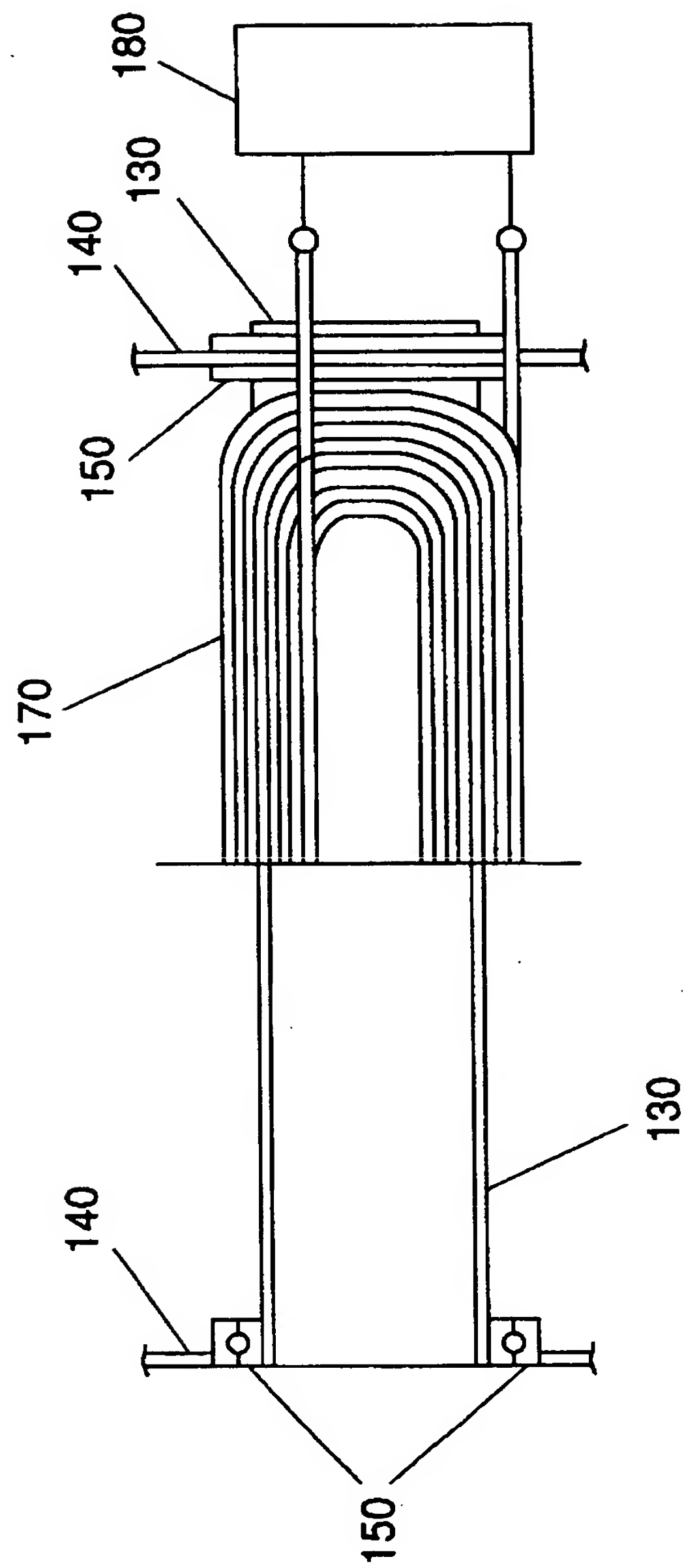




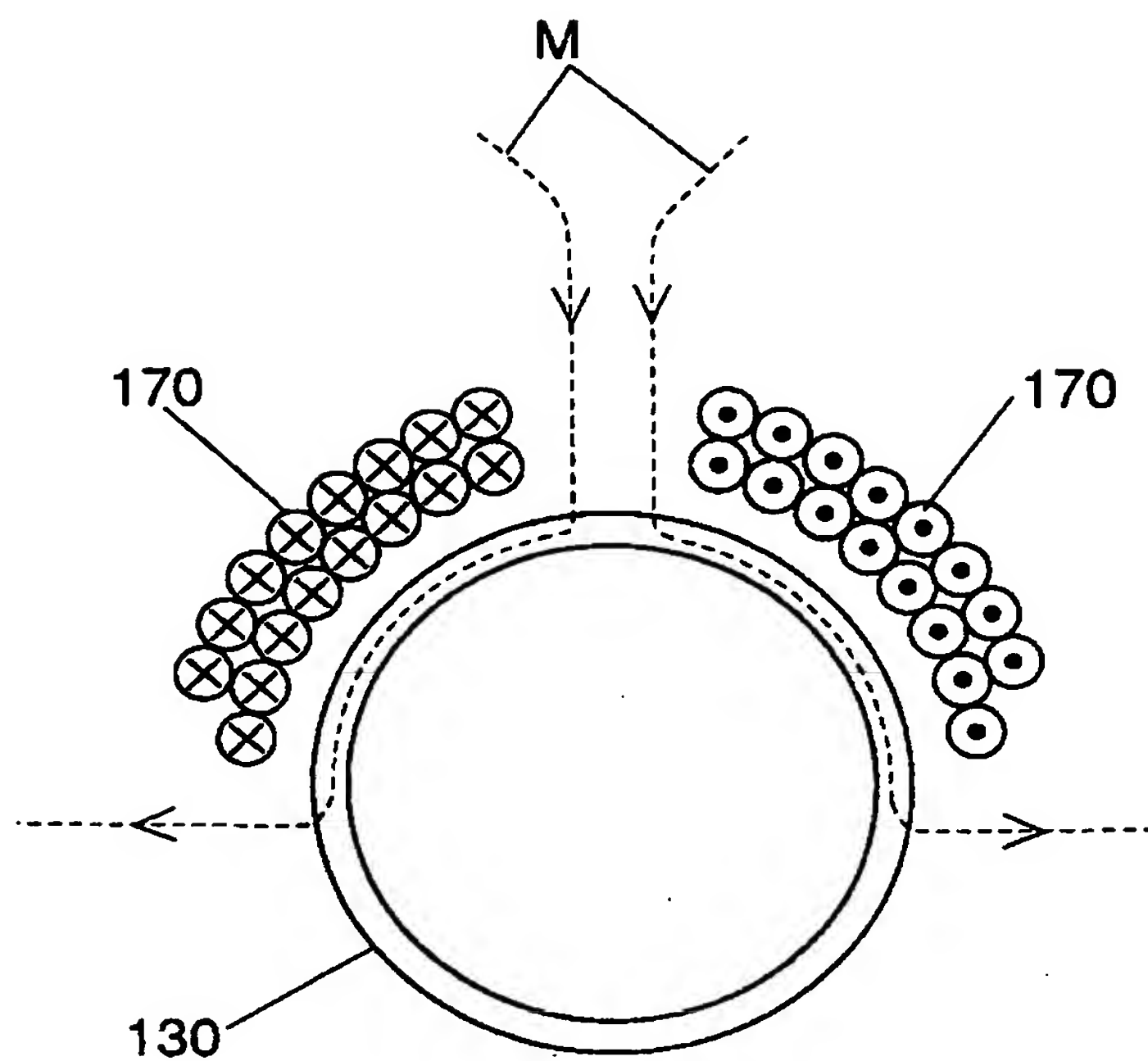
【図 2】



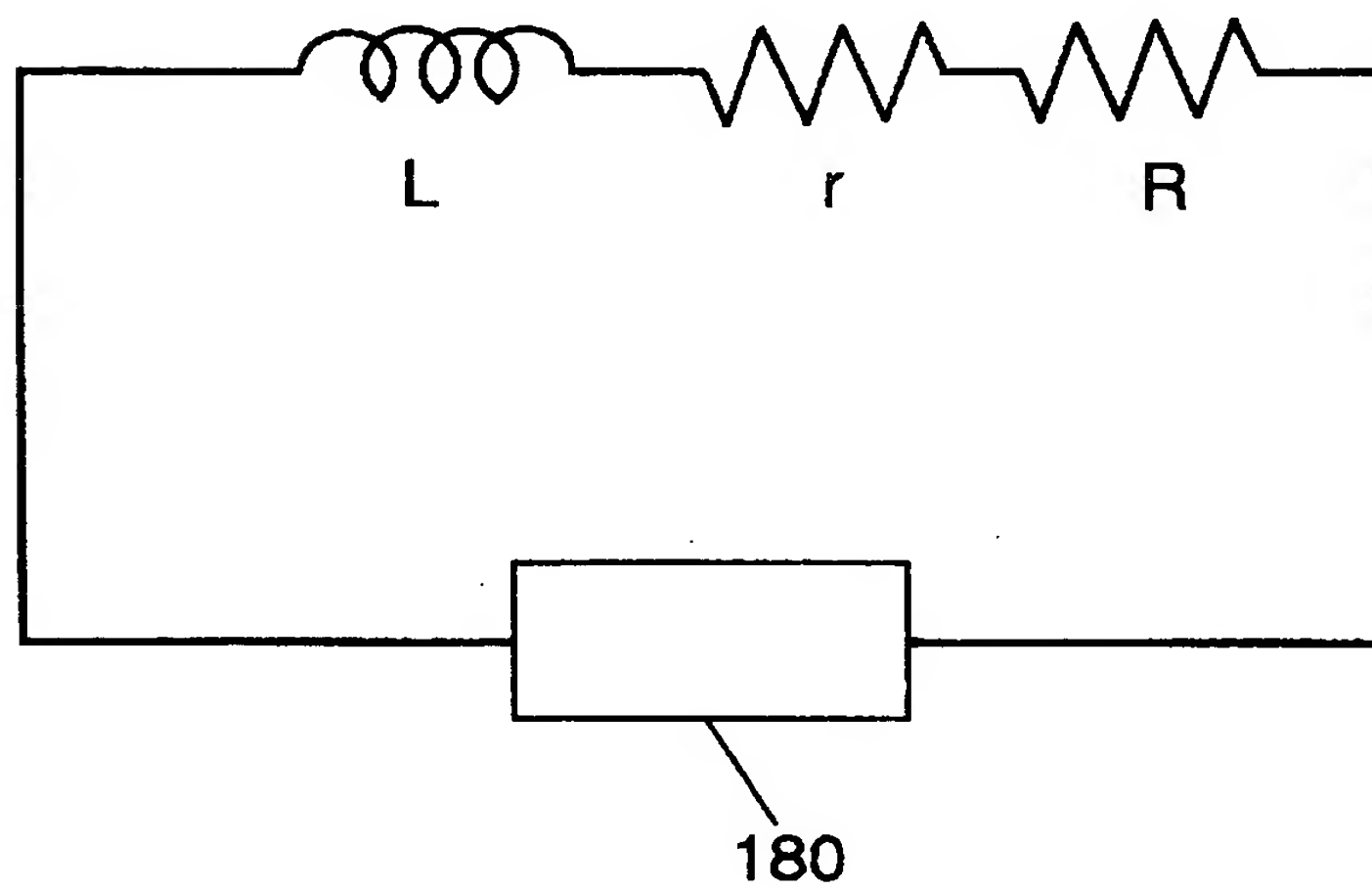
【図 3】



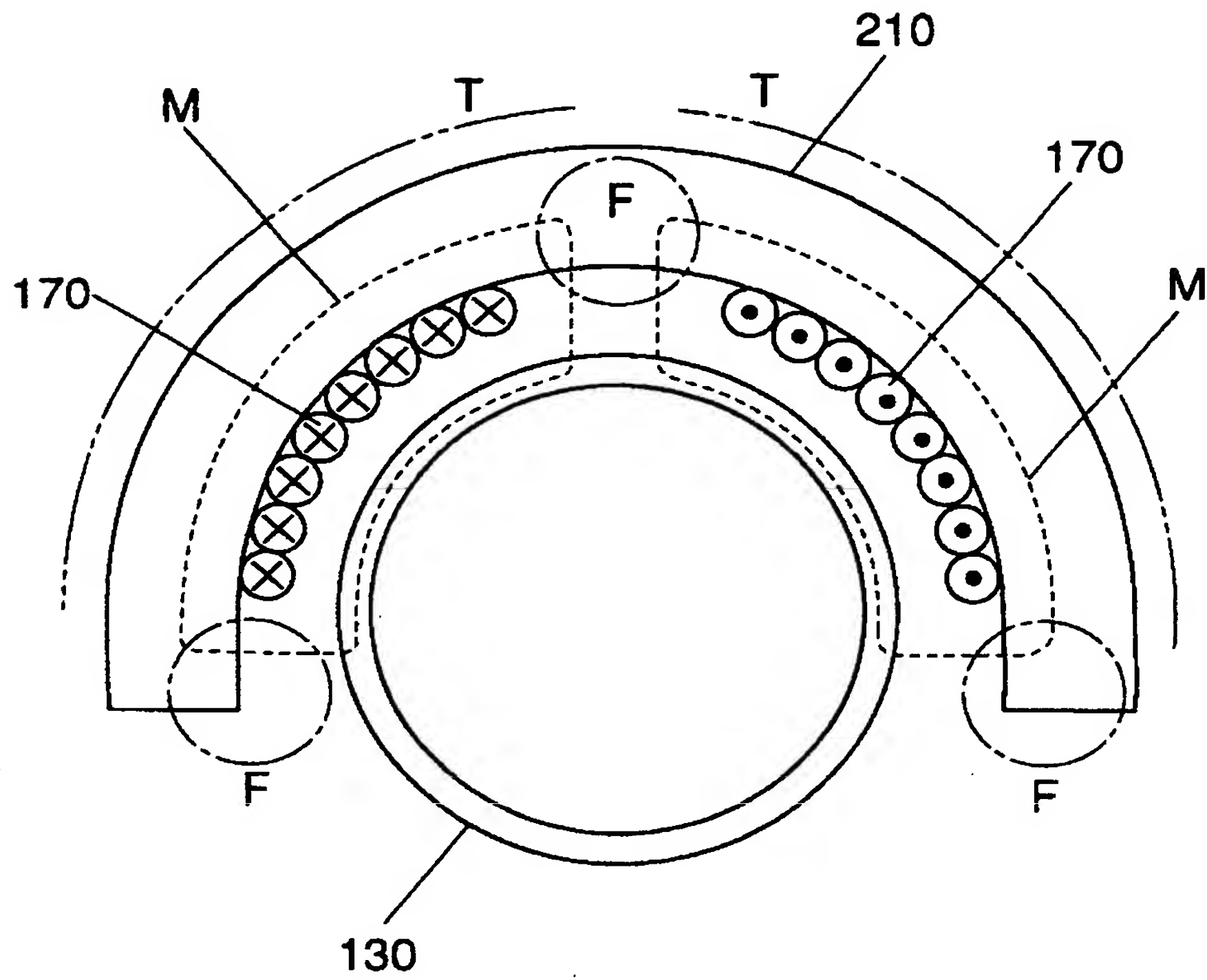
【図 4】



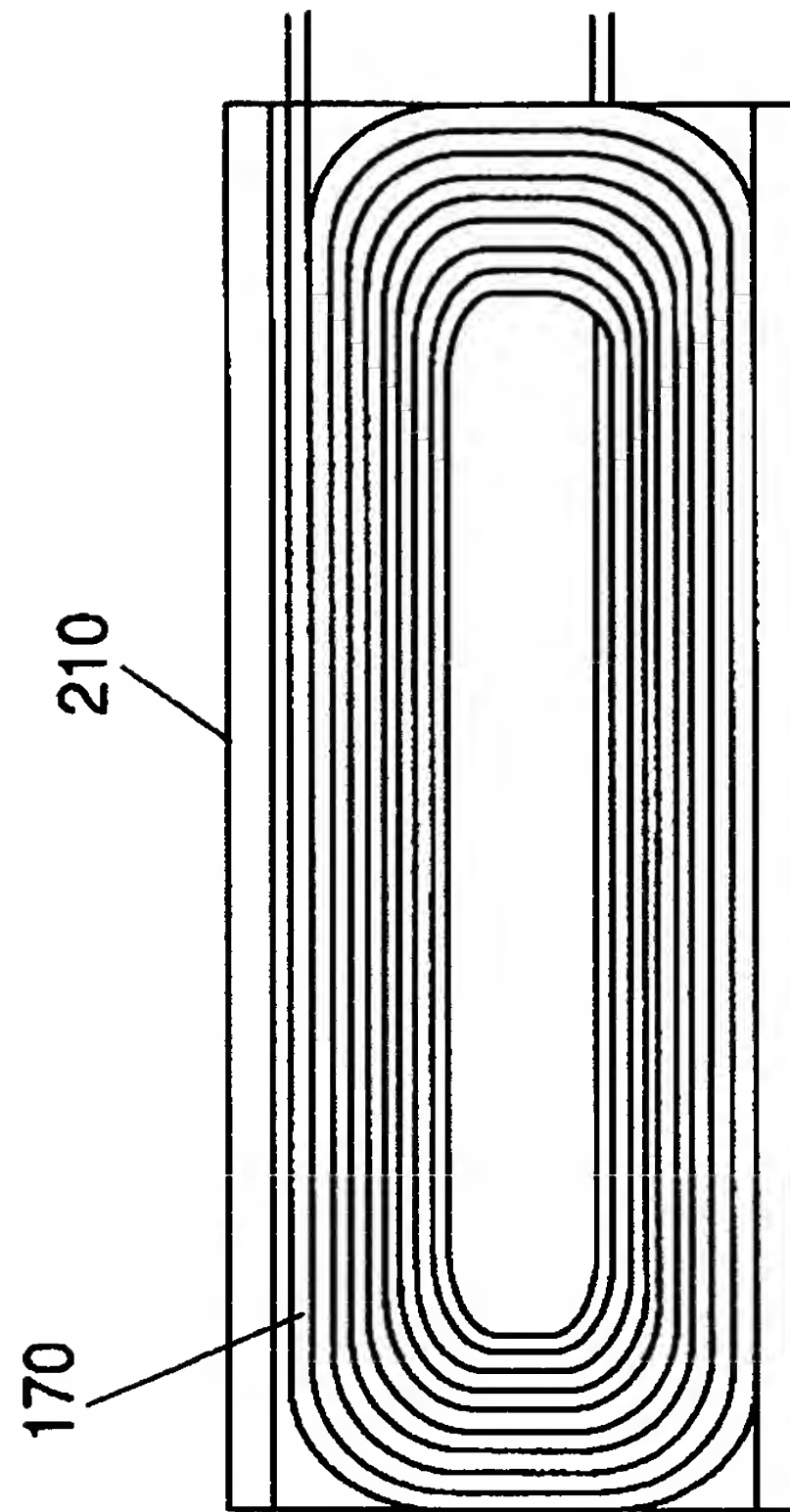
【図 5】



【図 6】

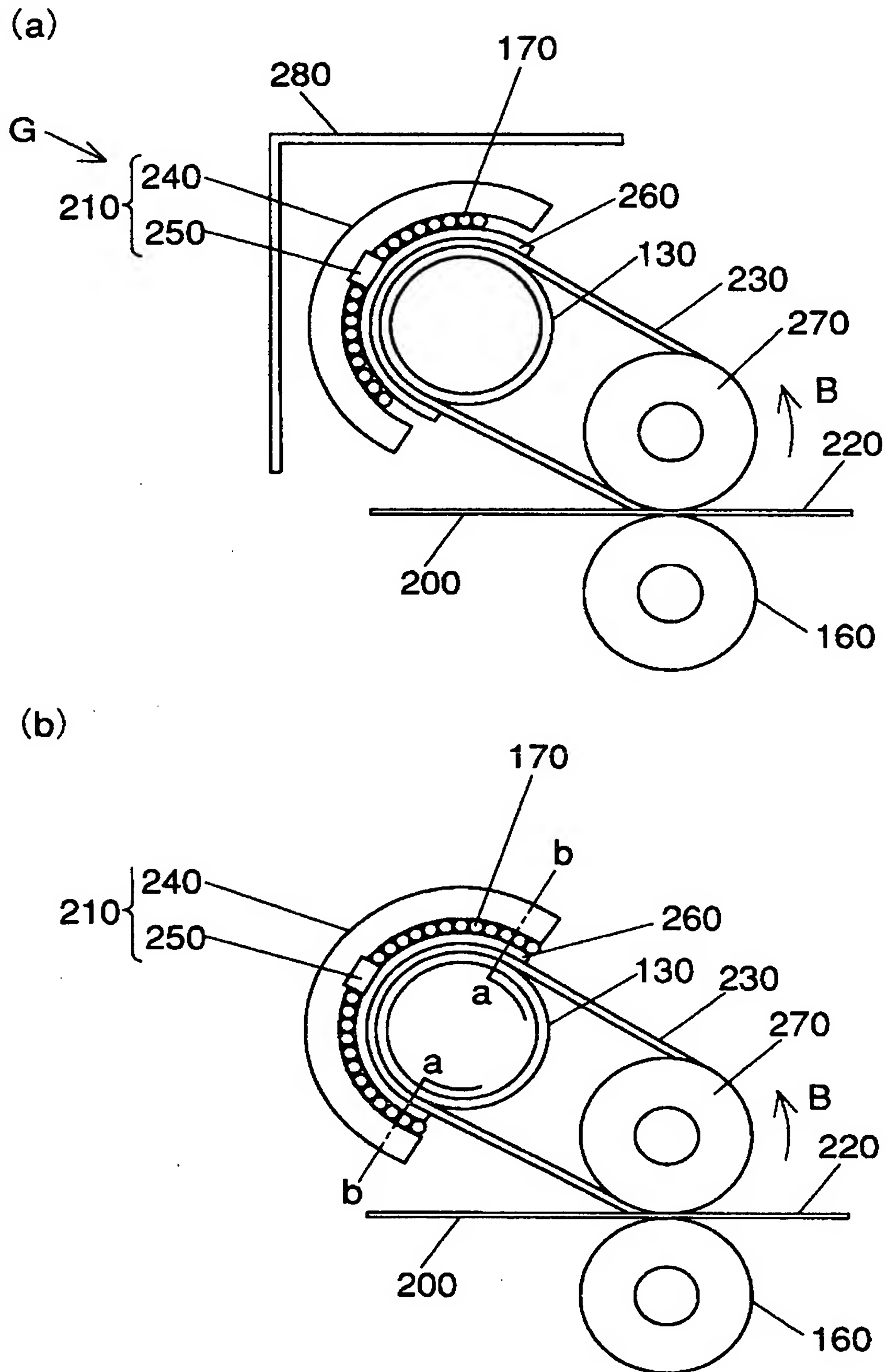


【図 7】

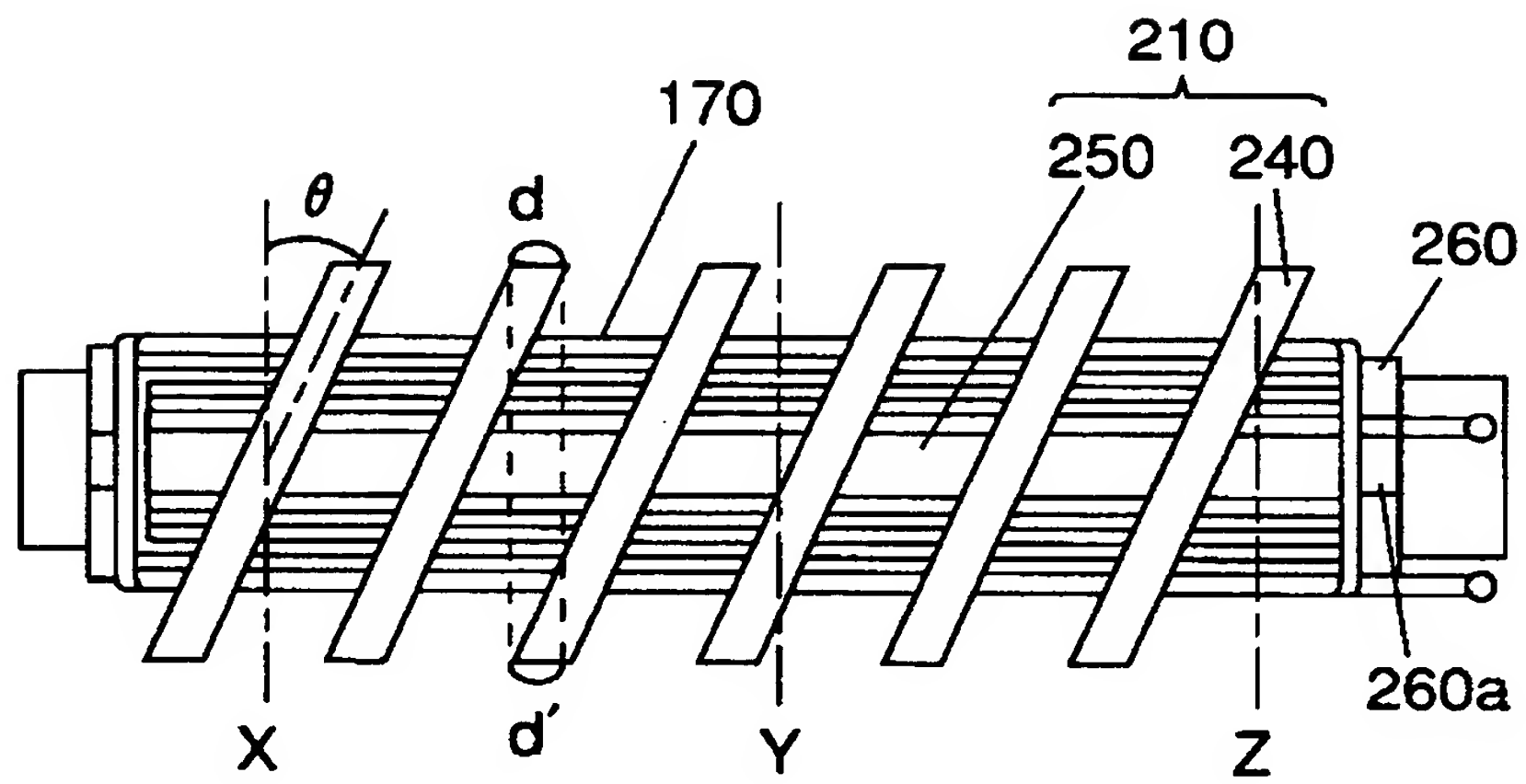




【図 8】

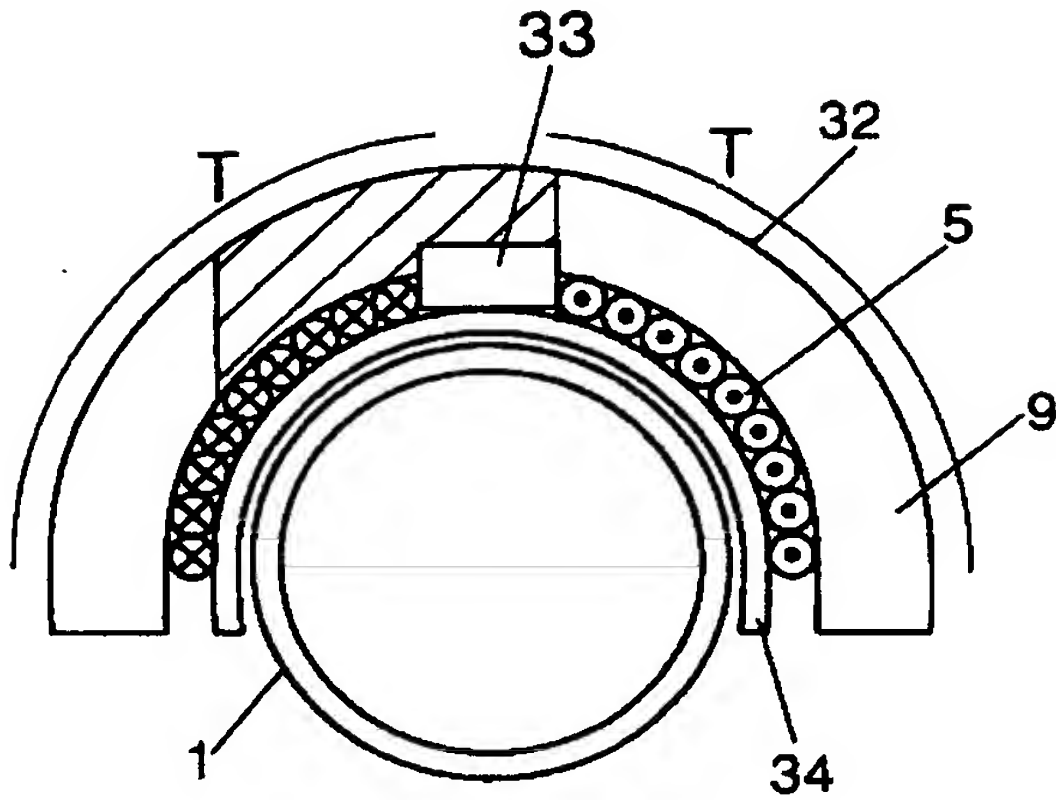


【図 9】

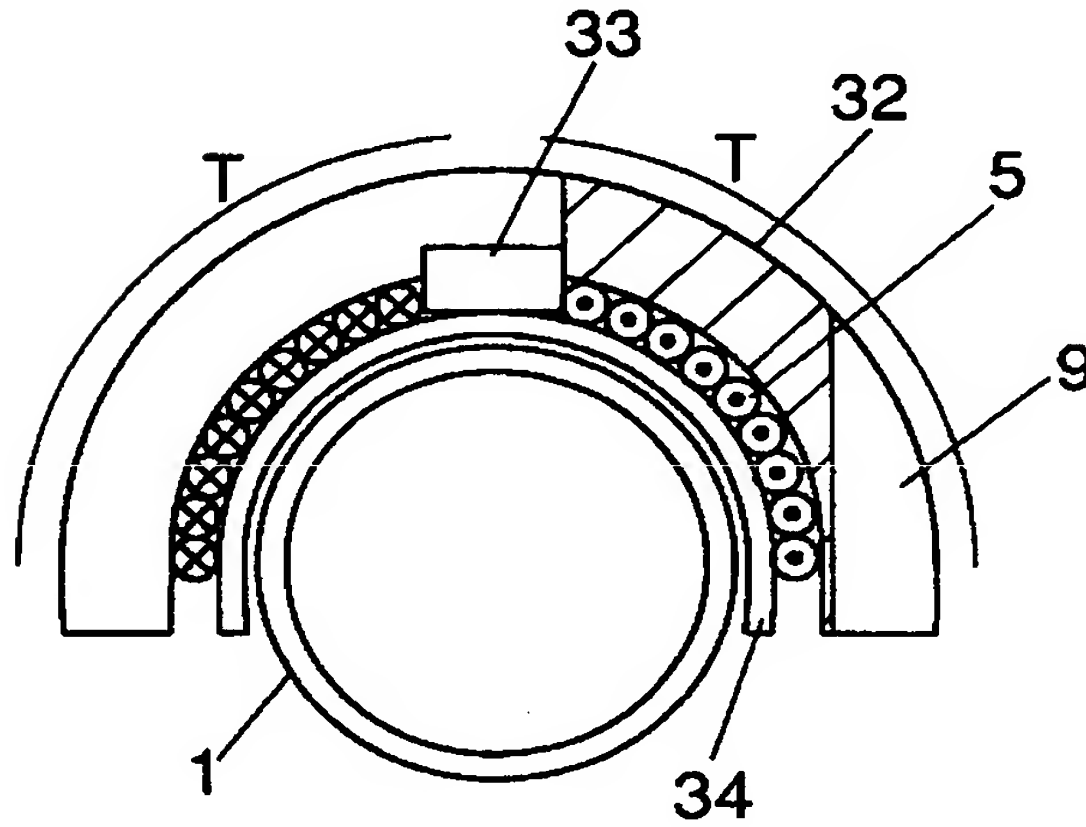


【図 1 0】

(a)



(b)



(c)

